## 6.3. ทดสอบความปลอดภัยของระบบ (Penetration Testing)

การทดสอบความปลอดภัยของระบบเป็นการ ด้วยการเจาะระบบ (Penetration Testing) แนวทางหนึ่งในการป้องกันและหาช่องโหว่ (Vulnerabilities) ของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถช่วยลดภัยคุกคามที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ คอมพิวเตอร์ได้ โดยในโครงการนี้ ได้เลือกวิธีการทดสอบระบบ 2 วิธี ได้แก่ 1) Cross-Site Scripting (XSS) และ 2) SQL Injection มาใช้ในการทดสอบ ซึ่งแนวทางและผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังนี้

1) การทดสอบ Cross-Site Scripting (XSS)

   เพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่ามีช่องโหว่ของ XSS จากหน้าเว็บหรือไม่ โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้

   - ทำการตรวจสอบการเก็บข้อมูลจากเว็บ
   - โปรแกรมจะตรวจสอบว่าเป็น method แบบใด คือ method put หรือ method get
   - กรณีถ้าเป็น method put จะส่งคำสั่ง java script ไปยัง input ของฐานข้อมูล แต่ถ้าเป็น method get จะส่งคำสั่งไปที่ URL
   - จากนั้นจะดูว่าเว็บ return XSS กลับมาหรือไม่
   - ถ้ามีช่องโหว่ XSS โปรแกรมจะทำการบันทึก แต่ถ้าไม่มีก็ต้องทำการเปลี่ยน คำสั่งใหม่ที่มีไปเรื่อยๆ

2) การทดสอบ SQL Injection

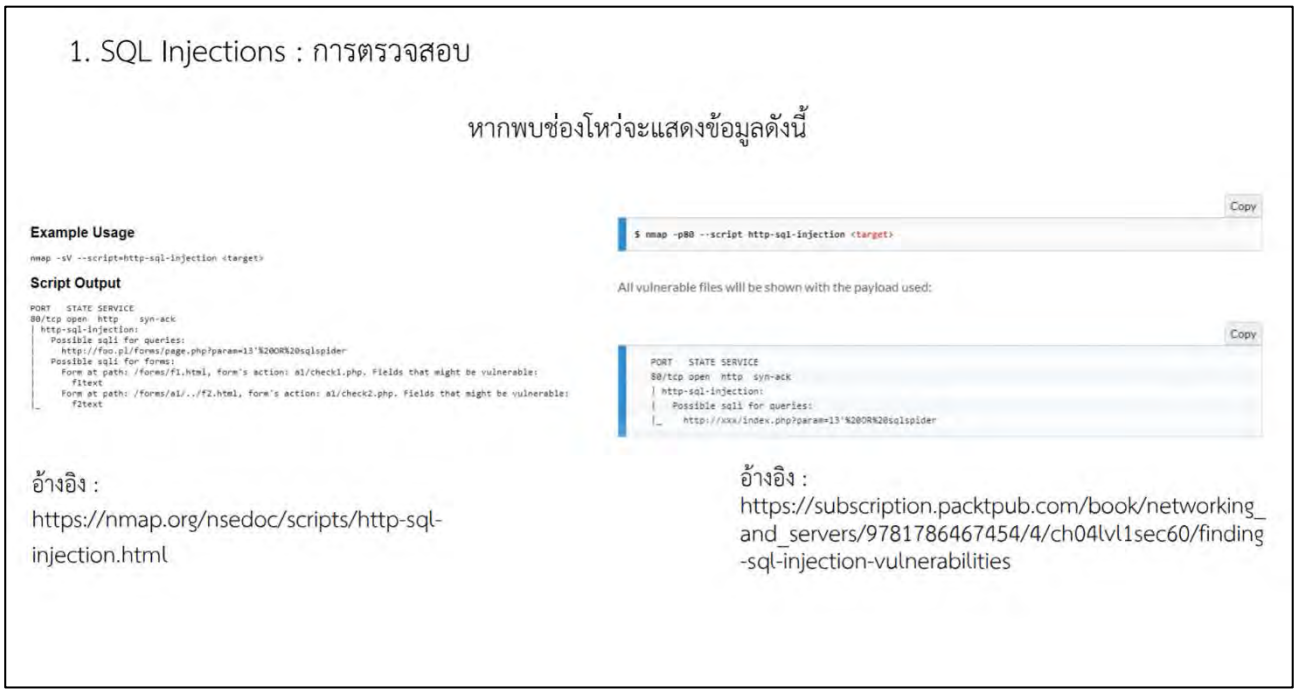
   เพื่อเป็นการตรวจสอบดูว่ามีช่องโหว่ของ SQL injection จากหน้าเว็บหรือไม่ โดยขั้นตอนการทำงาน เป็นดังนี้

   - ทำการตรวจสอบการเก็บข้อมูลจากเว็บ
   - โปรแกรมจะตรวจสอบว่าเป็น method แบบใด method put หรือ method get
   - ถ้าเป็น method put จะส่งคำสั่ง SQL ไปยัง input ของฐานข้อมูล แต่ถ้า เป็น method get จะส่งคำสั่งไปที่ URL
   - จากนั้นทำาการตรวจสอบค่าจาก SQLMAP เพื่อตรวจสอบว่ามีช่องโหว่ sql injection หรือไม่
   - ถ้ามีช่องโหว่ SQL โปรแกรมจะทำาการบันทึก แต่ถ้าไม่มีระบบจะแจ้งว่า หน้าเว็บดังกล่าวไม่ได้รับผลกระทบ

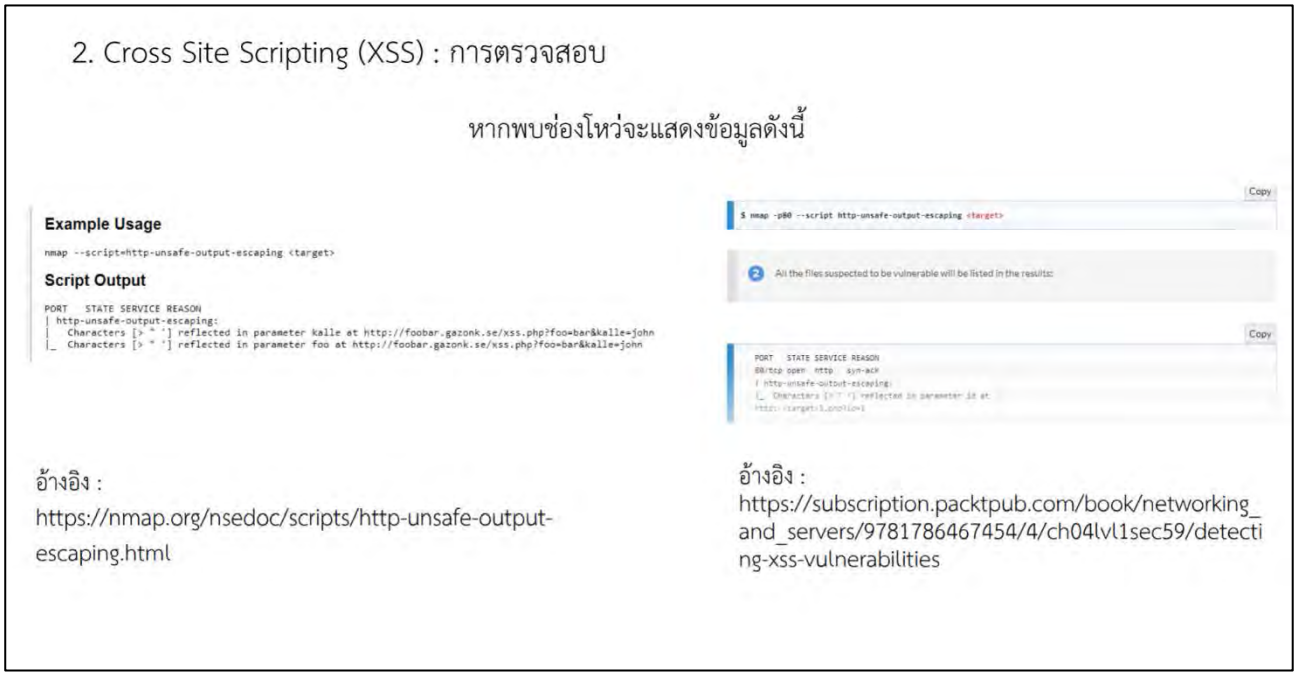
3) ผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)

   สำหรับผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing) ในการศึกษาครั้งนี้ ทางที่ปรึกษาได้ใช้โปรแกรม Nmap ในการทดสอบ ซึ่งผลจากการทดสอบ ดังแสดงเอกสารใน**รูปที่ 6.3-1** พบว่า ไม่พบช่องโหว่จากการโจมตีด้วย Cross-Site Scripting (XSS) และ SQL Injection

**รูปที่ 6.3-1** เอกสารสรุปผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)

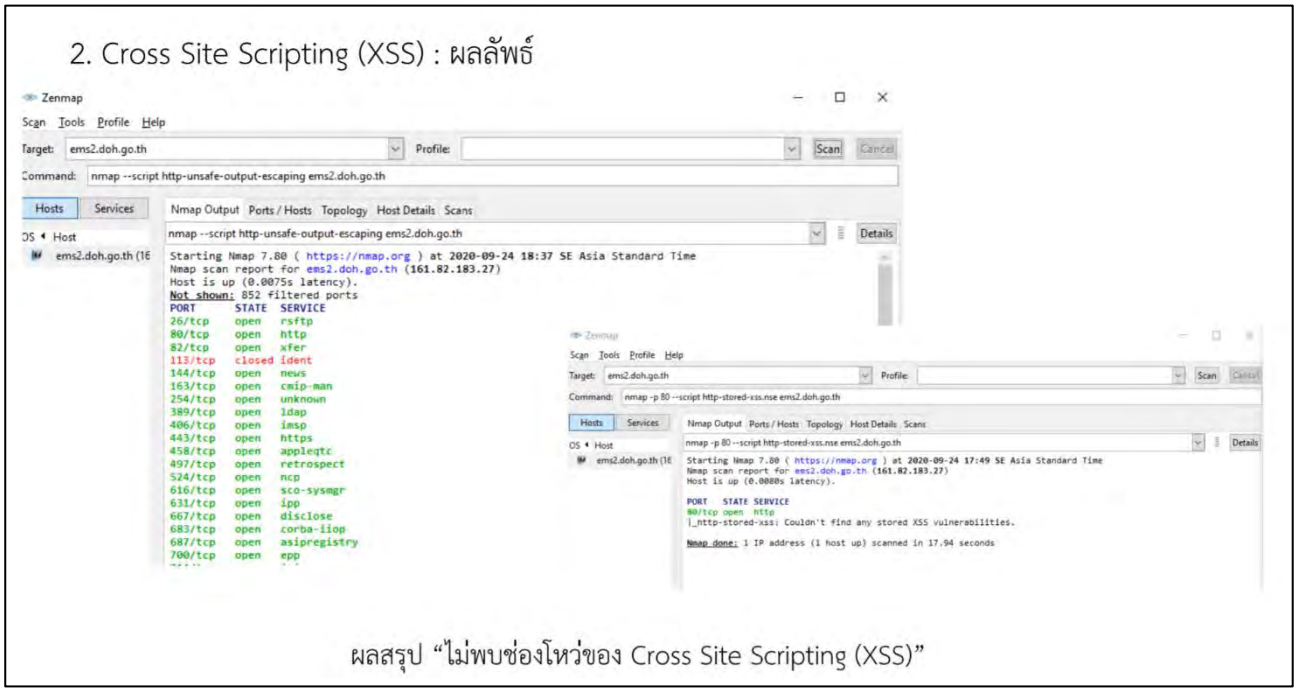



**รูปที่ 6.3-1 (ต่อ)** เอกสารสรุปผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)




**รูปที่ 6.3-1 (ต่อ)** เอกสารสรุปผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)

**รูปที่ 6.3-1 (ต่อ)** เอกสารสรุปผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)




**รูปที่ 6.3-1 (ต่อ)** เอกสารสรุปผลการทดสอบการเจาะระบบ (Penetration Testing)

# บทที่ 7
# การพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินที่ปรับปรุงขึ้น

## 7. การพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินที่ปรับปรุงขึ้น

จากข้อกำหนดขอบแขตงานกำหนดให้ทางที่ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินที่ปรับปรุงขึ้น ทั้งในส่วนของระบบควบคุมกลางซึ่งจะติดตั้งที่ส่วนกลาง (กรมทางหลวง) รวมทั้งอุปกรณ์การแสดงผลข้อมูลที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน สำหรับใช้เป็นช่องทางสื่อสารให้ประชาชนรับทราบ ในพื้นที่นำร่อง ไม่น้อยกว่า 5 แห่ง ซึ่งรายละเอียดของการจัดหาอุปกรณ์ดังลก่าวสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

### 7.1. การจัดหาอุปกรณ์เพื่อพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์ของระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน

ตามข้อกำหนดขอบเขตงาน ในการดำเนินโครงการพัฒนาระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ระยะที่ 2 ได้กำหนดให้ที่ปรึกษาจัดหาอุปกรณ์การแสดงผลข้อมูลที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งประกอบด้วย

1) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวน 1 ชุด
2) ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
3) เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation (จอขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว) จำนวน 1 ชุด
4) เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 5 ชุด
5) TV LCD for Display พร้อมชุดขาแขวน จำนวน 5 ชุด

สำหรับรายละเอียดอุปกรณ์ซึ่งทางที่ปรึกษาจะการจัดส่งสามารถจัดทำเป็นตารางแสดงคุณสมบัติรายละเอียดได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 7.1-1 ถึง 7.1-5**

**ตารางที่ 7.1-1** ตารางแสดงคุณสมบัติเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวน 1 ชุด

| คุณสมบัติตามข้อกำหนด (TOR) | คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ขอส่ง |
|---|---|
| ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 8 แกนหลัก (8 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย | ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 10 แกนหลัก (10 core) สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.4 GHz จำนวน 2 หน่วย |
| ● หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ไม่น้อยกว่า 20 MB | ● หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory 25 MB |
| ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR3 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB | ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 ขนาด 32 GB |
| ● สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5 | ● สนับสนุนการทำงาน RAID 0, 1, 5 |
| ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SCSI หรือ SAS ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบต่อนาที หรือชนิด Solid State Drives หรือดีกว่า และมีความจุไม่น้อยกว่า 450 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย | ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SAS ที่มีความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที และมีความจุ 600 GB จำนวน 4 หน่วย |
| ● มี DVD-ROM หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวน 1 หน่วย | ● มี DVD-ROM แบบติดตั้งภายใน (Internal) จำนวน 1 หน่วย |
| ● มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง | ● มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวน 4 ช่อง |
| ● มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย | ● มีจอภาพแบบ LED 18.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย |
| ● มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย | ● มี Power Supply แบบ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย |
| ● พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows Server 2012 R2 ขึ้นไป | ● พร้อมระบบปฏิบัติการ Windows Server 2016 |

**ตารางที่ 7.1-2** ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

| คุณสมบัติตามข้อกำหนด (TOR) | คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ขอส่ง |
|---|---|
| • เป็นตู้ Rack ปิด ขนาด 19 นิ้ว 36U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 197 เซนติเมตร | • เป็นตู้ Rack ปิด ขนาด 19 นิ้ว 36U โดยมีความกว้าง 60 เซนติเมตร ความลึก 80 เซนติเมตร และความสูง 197 เซนติเมตร |
| • มีช่องเสียบไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่อง | • มีช่องเสียบไฟฟ้า จำนวน 10 ช่อง |
| • มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว | • มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน 2 ตัว |

**ตารางที่ 7.1-3** เครื่องคอมพิวเตอร์ Workstation (จอขนาดไม่น้อยกว่า 22 นิ้ว) จำนวน 1 ชุด

| คุณสมบัติตามข้อกำหนด (TOR) | คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ขอส่ง |
|---|---|
| ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 Core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้ | ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 2 แกนหลัก (2 Core) จำนวน 1 หน่วย |
| 1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.1 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า ๘ แกน | 1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาด 2 MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานกว่า 2.2 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) 8 แกน |
| 2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz | - |
| ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB | ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 ขนาด 16 GB |
| ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 100 GB จำนวน 1 หน่วย | ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุ 250 GB จำนวน 1 หน่วย |
| ● มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย | ● มี DVD-RW จำนวน 1 หน่วย |
| ● มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง | ● มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวน 1 ช่อง |
| ● มีแป้นพิมพ์และเมาส์ | ● มีแป้นพิมพ์และเมาส์ |
| ● มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600 : 1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 18.5 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย | ● มีจอภาพแบบ LCD มี Contrast Ratio 600 : 1 และมีขนาด 23.8 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย |
| ● ระบบปฏิบัติการ Windows 7 ขึ้นไป | ● ระบบปฏิบัติการ Windows 10 PRO |

**ตารางที่ 7.1-4** เครื่องคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 5 ชุด

| คุณสมบัติตามข้อกำหนด (TOR) | คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ขอส่ง |
|---|---|
| ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 Core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้ | ● มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 2 แกนหลัก (2 Core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้ |
| 1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.1 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า 8 แกน | 1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2 MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 2.3 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) 8 แกน |
| 2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 4 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.4 GHz | - |
| ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB | ● มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาด 8 GB |
| ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย | ● มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุ 1 TB SSD + 128 GB SSD SATA III จำนวน 1 หน่วย |
| ● มีจอภาพที่สามารถรองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว | ● มีจอภาพที่สามารถรองรับความละเอียด 1,366 x 768 Pixel และมีขนาด 15.6 นิ้ว |
| ● มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย | ● มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย |

**ตารางที่ 7.1.5** TV LCD 40" for Display พร้อมชุดขาแขวน จำนวน 5 ชุด

| คุณสมบัติตามข้อกำหนด (TOR) | คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ขอส่ง |
|---|---|
| **TV LCD 40" for Display พร้อมชุดขาแขวน** | |
| • ขนาดจอไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว | • ขนาดจอ 55 นิ้ว |
| • ความละเอียดหน้าจอไม่น้อยกว่า : 1,920×1,080 Pixels | • ความละเอียดหน้าจอ :3,840 x 2,160 Pixels |
| • รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณ Internet | • รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณ Internet |
| • Response time น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.4 ms | • Response time เท่ากับ 1.1 ms |
| • Contrast Ratio มากกว่าหรือเท่ากับ 8,000,000 : 1 | • Contrast Ratio infinity : 1 |
| • TruMotion 120/100 Hz สามารถแสดงภาพได้มากกว่าหรือเท่ากับ 120 ภาพต่อวินาที | • Native Refresh rate 120 Hz สามารถแสดงภาพได้เท่ากับ 120 ภาพ/วินาที |
| • มีโหมดประหยัดพลังงาน | • มีโหมดประหยัดพลังงาน |
| • ขาแขวนสามารถเคลื่อนย้ายได้และรองรับหน้าจอไม่น้อยกว่า 40 นิ้ว | • ขาแขวนสามารถเคลื่อนย้ายได้และรองรับหน้าจอ 55 นิ้ว |
| • ขาแขวนสามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 35 กิโลกรัม | • ขาแขวนสามารถรับน้ำหนักสูงสุดได้ 75 กิโลกรัม |

# บทที่ 8

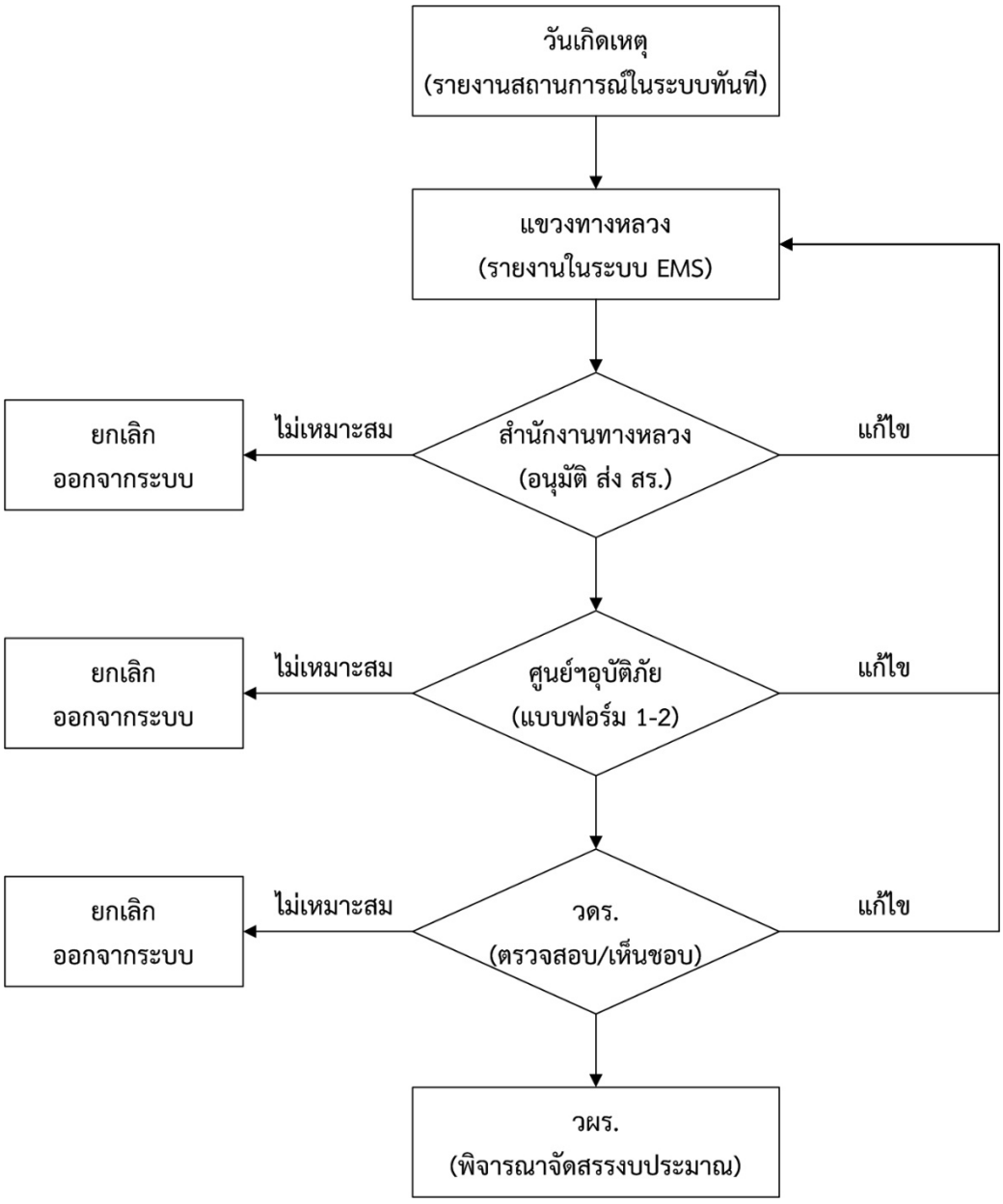
# กการจัดทำแนวทางในการวิเคราะห์หลักเกณฑ์การใช้และการคาดการณ์วงเงินงบประมาณสำหรับรองรับแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า

## 8. การจัดทำแนวทางในการวิเคราะห์หลักเกณฑ์การใช้และการคาดการณ์วงเงินงบประมาณสำหรับรองรับแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า

### 8.1. การศึกษาทบทวนวิธีการกำหนดวงเงินงบประมาณแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

จากการศึกษาทบทวนขั้นตอนของของการขออนุมัติของบประมาณสำหรับแผนงานฉุกเฉิน และแผนงานฟื้นฟู ซึ่งดำเนินการอยู่ในปัจจุบันของกรมทางหลวง สามารถแสดงเป็นแผนภาพแนวทางการดำเนินงานได้ดัง**รูปที่ 9-1** และมีข้อกำหนดในการดำเนินงานดังนี้

1) ให้เจ้าหน้าที่ในพื้นที่รายงานสถานการณ์ฉุกเฉินทันทีในระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน โดยมีการรายงานสถานที่เกิดเหตุ/สถานการณ์การคลี่คลาย พร้อมทั้งรายงานข้อมูลของสถานการณ์อย่างต่อเนื่องทุกวัน ตั้งแต่เวลา 9.00 ถึง 16.00 น.
2) การของบประมาณตามแผนงานฉุกเฉิน และแผนงานฟื้นฟูผ่านทางระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินมีกรอบระยะเวลาการดำเนินงานดังนี้
   - งบประมาณแผนงานฉุกเฉิน ของงบประมาณภายใน 7 วัน หลังสถานการณ์ยุติ
   - งบประมาณแผนงานฟื้นฟู ของบประมาณภายใน 15 วัน หลังสถานการณ์ยุติ และยืนยันภายใน 45 วัน หลังสถานการณ์ยุติ
3) จัดส่งแบบฟอร์ม 1 และ 2 ภายใน 45 วัน หลังสถานการณ์ยุติ




**รูปที่ 8.1-1** แนวทางการดำเนินงานของบประมาณแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

### 8.1.1. การทบทวนหลักเกณฑ์การพิจารณางบประมาณสำหรับแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน

แผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน หมายถึง แผนงานเร่งด่วนที่ของบประมาณสำหรับการบำรุงรักษาสายทางเพื่อให้การจราจรผ่านได้ ภายหลังจากเกิดความเสียหายเนื่องจากอุบัติภัยต่าง ๆ ซึ่งในการทบทวนประเภทของแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน ที่ปรึกษาจะรวบรวมจากสถิติของแผนงานที่มีการบันทึกเข้าสู่ระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน และได้ความเห็นชอบจาก ศูนย์ฯ ภัยพิบัติ สำนักบริหารบำรุงทาง โดยตัวอย่างของประเภทของงานที่ได้รับความเห็นชอบในแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินในช่วงที่ผ่านมามีดังนี้

1) งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ พร้อมทำหินทิ้งบริเวณพื้นสะพานที่เป็นตอม่อ
2) งานขุดรอก หรือขุดแต่งร่องระบายน้ำ
3) งานรางระบายน้ำชั่วคราว
4) งาน Clearing and Grabbing
5) Sand and Earth Embankment (ชั่วคราว)
6) Earth Excavation
7) Concrete Slope protection
8) งาน Concrete Interceptor R.C Ditch
9) ‘งานปรับปรุงแก้ไข Soft Spot
10) ‘งานซ่อม Headwall and Endwall
11) งานติดตั้งป้ายเตือนชั่วคราว
12) งานติดตั้งปักหลักเขตอันตราย (เขตขาว-แดง)
13) งานวางกระสอบทราย
14) งานซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ
15) งานจัดหาและติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าที่เสียหาย
16) ขนย้ายวัสดุที่ชำรุดเสียหาย
17) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง
18) ค่าเช่าเครื่องจักร
19) ค่าแรงคนงาน
20) ค่าวัสดุ

### 8.1.2. การทบทวนหลักเกณฑ์การพิจารณางบประมาณสำหรับแผนงานฟื้นฟู

แผนงานฟื้นฟู หมายถึง แผนงานที่ของบประมาณสำหรับการฟื้นฟูสายทางหลังจากทำการซ่อมบำรุงตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อให้สายทางมีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานตามปกติ ซึ่งในการทบทวนประเภทของแผนงานฟื้นฟู ที่ปรึกษาจะรวบรวมจากสถิติของแผนงานที่มีการบันทึกเข้าสู่ระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน และได้ความเห็นชอบจาก ศูนย์ฯ ภัยพิบัติ สำนักบริหารบำรุงทาง โดยตัวอย่างของประเภทของงานที่ได้รับความเห็นชอบในแผนงานฟื้นฟูในช่วงที่ผ่านมามีดังนี้

1) งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ
2) ก่อสร้าง Plain RIP - RAP
3) งานก่อสร้างรางระบายน้ำถาวร (RC Ditch, New Rec Pipe Culvert, Head Wall, RC Manhole)
4) งานป้องกันการพังของตลิ่งและคันดิน (Concrete Slope Protection, Sodding, Plain RIP - RAP)
5) ซ่อมแซมโครงสร้างชั้นทาง (Soft Material Excavation, Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing)
6) ยกระดับโครงสร้างชั้นทาง (Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing)
7) ก่อสร้างปรับปรุงสะพาน โดยการขยายช่วง Span
8) ก่อสร้างและปรับปรุงสะพาน โดยการยกรับความสูงพื้นสะพาน
9) ก่อสร้าง Box Culvert
10) บูรณะผิวทางด้วยวิธี Pavement Inplace Recycling
11) บรณะผิวทางด้วยวิธีการ Overlay
12) ซ่อมแซมราวกันตก
13) Embankment Protection
14) งานก่อสร้างและปรับปรุงทางเท้า (Side Walk)
15) งาน Termoplastic Plants
16) งาน Traffic Management during Constuction

### 8.1.3. ปัญหาและอุปสรรคของการงบประมาณไปใช้และการจัดตั้งงบประมาณ

ในการศึกษาทบทวนปัญหาและอุปสรรคในการนำงบประมาณไปใช้และการจัดตั้งงบประมาณ ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้สามารถสรุปประเด็นปัญหาในการบริหารจัดการแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูได้ดังนี้

1) การเสนอขอแผนงบประมาณสถานการณ์ฉุกเฉินไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เช่น การของบประมาณในการติดตั้งป้ายจะเป็นรูปแบบของป้ายถาวร หรือของบประมาณในการจ้างเหมาดำเนินการก่อสร้างศาลาทางหลวง ทดแทนศาลาเดิมที่ได้รับความเสียหาย เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการนำงบประมาณไปใช้ คือ การใช้เพื่อบำรุงรักษาสายทางเพื่อให้การจราจรผ่านได้
2) การเสนอของบประมาณฟื้นฟู ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เช่น การของบประมาณเพื่อการฉาบผิว ซึ่งจะเห็นว่าไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการนำงบประมาณไปใช้ คือ การซ่อมบำรุงตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อให้สายทางมีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานตามปกติ หรือปรับปรุงสายทางเพื่อลดผลกระทบจากปัญหาภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต
3) ในกรณีที่มีการแก้ไขแผนงานงบประมาณสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูโดยสำนักบริหารบำรุงทาง จะมีการประสานงานไปยังพื้นที่หรือแขวงทางหลวงโดยตรง ซึ่งไม่ผ่านสำนักงานทางหลวง ทำให้เมื่อเจ้าหน้าที่ของแขวงทางหลวงมีการเสนอแผนงานที่ปรับแก้เข้ามาใหม่ จะทำให้สำนักงานทางหลวงเกิดความสับสนเนื่องจากอาจจะเห็นว่าแผนงานนี้เคยเสนอเข้ามาแล้ว หรือมีการเสนอเข้ามาซ้ำซ้อนหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องการให้ระบบบริหารงานภัยพิบัติที่จะปรับปรุงใหม่ มีระบบการติดตามหรือสามารถแจ้งเตือนแผนงานที่มีการแก้ไขให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบในทุกระดับชั้น
4) ในปัจจุบันการเสนอรายละเอียดของแผนงานฟื้นฟูผ่านทางระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน เป็นการเสนอแผนหรือรายการก่อสร้างโดยสังเขป แต่ไม่มีการแสดงรายละเอียดการประมาณการเหมือนกับที่แสดงไว้ในแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน (รายการประมาณการและรายละเอียดการก่อสร้างจะส่งมาตามแบบฟอร์มที่ 1 และ 2 ในลักษณะเอกสาร Hard Copy ภายใน 45 วัน หลังจากเหตุการณ์ยุติ) ทำให้ไม่สามารถสรุปงบประมาณที่เสนอตามจริงจากระบบได้

## 8.2. การรวบรวมสถิติงบประมาณและกิจกรรมในการบำรุงทาง

### 8.2.1. การรวบรวมสถิติแยกตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนและแผนงานฟื้นฟู

จากข้อมูลสถิติงบประมาณตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน และแผนงานฟื้นฟูที่บันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลของระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2557 ถึง ปัจจุบัน (พ.ศ. 2561) สามารถสรุปได้ ดัง**ตารางที่ 8.2-1** ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนแผนงานแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน และแผนงานฟื้นฟู มากที่สุด แต่ถ้าพิจารณาตามวงเงินงบประมาณ พบว่า ปี พ.ศ.2559 จะมีความต้องการในการใช้งบประมาณในแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินมากที่สุด ในขณะที่ปี พ.ศ. 2560 จะมีการใช้วงเงินในแผนงานฟื้นฟูมากที่สุด

**ตารางที่ 8.2-1** สถิติแผนงานฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

| ปี พ.ศ. | แผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน | | แผนงานฟื้นฟู | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวนแผนงาน | วงเงิน (บาท) | จำนวนแผนงาน | วงเงิน (บาท) |
| 2557 | 716 | 133,271,163.25 | 551 | 4,068,849,800.00 |
| 2558 | 573 | 197,337,060.30 | 332 | 4,038,351,000.00 |
| 2559 | 1,038 | 219,494,134.60 | 678 | 4,063,617,800.00 |
| 2560 | 890 | 179,080,380.46 | 486 | 4,117,161,813.09 |
| 2561 | 992 | 188,063,338.00 | 64 | 483,282,300.00 |

### 8.2.2. การรวบรวมสถิติแยกตามกิจกรรมการบำรุงทางในการแก้ไขปัญหาภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบ

จากข้อมูลสถิติงบประมาณตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน และแผนงานฟื้นฟูที่บันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลของระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2556 ถึง ปัจจุบัน (กันยายน พ.ศ. 2560) สามารถสรุปแยกตามกิจกรรมที่ดำเนินการซ่อมบำรุงได้ ดัง**ตารางที่ 8.2-2** และ**ตารางที่ 8.2-3** ตามลำดับ โดยในส่วนของแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน จะเห็นได้ว่า งบประมาณจะถูกใช้ไปในกิจกรรมการการซ่อมบำรุงดินสไลด์/คันทางสไลด์ มากที่สุด ในขณะที่แผนงานฟื้นฟูจะมีงบประมาณถูกใช้ไปเพื่อการซ่อมบำรุงผิวทางและโครงสร้างทางชำรุดเสียหาย มากที่สุด

**ตารางที่ 8.2-2** สรุปแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินแยกตามกิจกรรมการซ่อมบำรุงทาง

| กิจกรรม | งบประมาณแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน (บาท) | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 | |
| ไม่เสียหาย | 30,291,331.77 | 9,485,749.60 | 7,740,602.69 | 17,780,292.05 | 5,860,365.60 | 71,158,341.71 |
| การซ่อมบำรุงความเสียหายประเภทอื่นๆ | 20,304,994.78 | 26,279,200.55 | 36,208,897.25 | 73,705,904.63 | 23,199,688.86 | 179,698,686.07 |
| การซ่อมบำรุงทางขาด | 1,617,058.00 | 248,900.00 | 1,903,300.00 | - | - | 3,769,258.00 |
| การซ่อมบำรุงดินสไลด์/คันทาง สไลด์ | 33,512,900.89 | 54,044,996.50 | 36,681,961.00 | 33,499,517.04 | 30,759,633.60 | 188,499,009.03 |
| การซ่อมบำรุงอาคารระบายน้ำชำรุดเสียหาย (ท่อ, Box) | 7,819,457.73 | 3,899,452.00 | 3,608,796.00 | 4,315,910.73 | 12,209,554.25 | 31,853,170.71 |
| การซ่อมบำรุงผิวทางและโครงสร้างทางชำรุดเสียหาย | 50,992,019.00 | 10,723,379.00 | 5,758,140.00 | 76,252,809.15 | 16,900,636.72 | 160,626,983.87 |

**ตารางที่ 8.2-3** สรุปแผนงานฟื้นฟูแยกตามกิจกรรมการซ่อมบำรุงทาง

| กิจกรรม | งบประมาณแผนงานฟื้นฟู (บาท) | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 | 2560 | |
| ไม่เสียหาย | 2,405,040,000.00 | 551,562,000.00 | 287,330,910.00 | 1,106,975,178.00 | 1,042,310,560.00 | 5,393,218,648.00 |
| การซ่อมบำรุงความเสียหายประเภทอื่นๆ | 1,701,633,836.00 | 1,253,648,390.00 | 620,099,100.00 | 1,502,771,900.00 | 891,037,208.00 | 5,969,190,434.00 |
| การซ่อมบำรุงทางขาด | 35,000,000.00 | 18,265,000.00 | - | - | - | 53,265,000.00 |
| การซ่อมบำรุงดินสไลด์/คันทางสไลด์ | 728,529,400.00 | 1,525,571,300.00 | 797,361,000.00 | 1,185,804,500.00 | 1,585,429,000.00 | 5,822,695,200.00 |
| การซ่อมบำรุงอาคารระบายน้ำชำรุดเสียหาย (ท่อ, Box) | 194,203,000.00 | 167,760,000.00 | 148,100,000.00 | 163,826,708.00 | 194,515,513.00 | 868,405,221.00 |
| การซ่อมบำรุงผิวทางและโครงสร้างทางชำรุดเสียหาย | 4,336,119,200.00 | 855,412,000.00 | 372,316,800.00 | 768,249,100.00 | 1,434,284,500.00 | 7,766,381,600.00 |

## 8.3. การรวบรวมข้อมูลสถิติของปัจจัยทางด้านกายภาพที่จะส่งผลต่อระดับความรุนแรงของภัยพิบัติ

### 8.3.1. การรวบรวมสถิติของปริมาณน้ำฝน

ในการรวบรวมสถิติของปริมาณน้ำฝน ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ จังหวัดละ 1 สถานี จำนวนทั้งสิ้น 77 สถานี โดยทำการรวบรวม ตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลจนถึงปัจจุบัน โดยตัวอย่างของข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมดังแสดงใน**รูปที่ 8.3-1**

01 Ang Thong.txt - Notepad

File Edit Format View Help

Water Year 2006

Daily RainFall in Millimeter

| Date | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Annual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | 0.0 | 17.4 | 1.4 | 0.0 | - | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | - | 13.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 6 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 7 | 0.0 | 4.7 | 3.3 | 0.0 | 0.0 | - | 9.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 8 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | 0.0 | 28.1 | - | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.4 | 0.5 | - | 28.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 10 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 27.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 34.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 13 | 0.0 | 0.0 | 41.5 | 0.0 | 2.8 | - | 54.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 14 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.2 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 15 | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 21.3 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 18 | 0.0 | 80.6 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 19 | 31.8 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | - | 19.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 20 | 0.0 | 8.4 | 1.6 | 38.3 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 21 | 9.6 | 0.6 | 54.0 | 20.3 | 4.7 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 22 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 13.3 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 23 | 0.0 | 1.2 | 66.3 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 4.2 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 3.6 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 13.6 | 5.9 | 0.2 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.5 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| 29 | 17.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.2 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | |
| 30 | 11.3 | 36.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | |
| 31 | | 10.9 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | | 0.0 | |
| Total | 78.2 | 167.4 | 230.3 | 103.3 | 77.0 | | 214.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 870.9 MM. |
| Avg | 2.6 | 5.4 | 7.7 | 3.3 | 2.5 | - | 6.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.6 MM./Day |
| R.Day | 5 | 9 | 12 | 9 | 10 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 Days |

**รูปที่ 8.3-1** ตัวอย่างข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา

### 8.3.2. การรวบรวมสถิติปริมาณน้ำในลำน้ำสายหลัก

ในการรวบรวมสถิติของปริมาณน้ำในลำน้ำสายหลักหรือปริมาณน้ำท่า ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณท่าทั้งรายวันและรายเดือน ของสถานีตรวจวัดของกรมชลประทานทั่วประเทศโดยแยกตามลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 978 สถานี ดังแสดงใน**ตารางที่ 8.3-2** โดยตัวอย่างของข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมดังแสดงใน**รูปที่ 8.3-2** และ**รูปที่ 8.3-3** ตามลำดับ

**ตารางที่ 8.3-2** สรุปข้อมูลจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่ได้ทำการรวบรวม ในแต่ละลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

| รหัสลุ่มน้ำ | ลุ่มน้ำหลัก | จำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่รวบรวม (สถานี) |
|---|---|---|
| 01 | ลุ่มน้ำสาละวิน | 40 |
| 02 | ลุ่มน้ำโขง | 79 |
| 03 | ลุ่มน้ำกก | 33 |
| 04 | ลุ่มน้ำชี | 90 |
| 05 | ลุ่มน้ำมูล | 118 |
| 06 | ลุ่มน้ำปิง | 67 |
| 07 | ลุ่มน้ำวัง | 34 |
| 08 | ลุ่มน้ำยม | 32 |
| 09 | ลุ่มน้ำน่าน | 76 |
| 10 | ลุ่มน้ำเจ้าพระยา | 21 |
| 11 | ลุ่มน้ำสะแกกรัง | 15 |
| 12 | ลุ่มน้ำป่าสัก | 34 |
| 13 | ลุ่มน้ำท่าจีน | 9 |
| 14 | ลุ่มน้ำแม่กลอง | 18 |
| 15 | ลุ่มน้ำปราจีนบุรี | 22 |
| 16 | ลุ่มน้ำบางปะกง | 11 |
| 17 | ลุ่มน้ำโตนเลสาป | 8 |
| 18 | ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก | 34 |
| 19 | ลุ่มน้ำเพชรบุรี | 15 |
| 20 | ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ | 19 |
| 21 | ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งฝั่งตะวันออก | 58 |
| 22 | ลุ่มน้ำตาปี | 40 |
| 23 | ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา | 35 |
| 24 | ลุ่มน้ำปัตตานี | 17 |
| 25 | ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก | 53 |
| **รวม** | | **978** |

P.1.txt - Notepad

File Edit Format View Help

Station : Nawarat Bridge, A. Mueang, Chiang Mai, (P.1) 07/07/2016

Stream : Ping Royal Irrigation Department

River : Nam Ping Thailand

Hydrology Division

Monthly Runoff

| Year | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Annual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1921 | 33.61 | 37.74 | 45.01 | 73.31 | 212.11 | 391.39 | 293.24 | 157.77 | 112.06 | 75.00 | 50.89 | 29.62 | 1511.75 |
| 1922 | 40.78 | 56.42 | 53.48 | 93.14 | 162.86 | 321.93 | 230.26 | 166.49 | 110.33 | 72.84 | 48.99 | 42.42 | 1399.94 |
| 1923 | 37.50 | 63.24 | 87.35 | 64.02 | 251.42 | 197.94 | 259.89 | 122.00 | 89.86 | 65.06 | 43.98 | 44.24 | 1326.50 |
| 1924 | 55.38 | 62.81 | 100.57 | 141.70 | 338.69 | 396.58 | 232.76 | 165.02 | 129.86 | 93.14 | 60.57 | 47.52 | 1824.60 |
| 1925 | 49.25 | 57.89 | 77.16 | 108.35 | 150.77 | 401.85 | 225.16 | 130.81 | 103.77 | 86.92 | 55.99 | 44.67 | 1492.56 |
| 1926 | 34.47 | 37.58 | 70.11 | 101.17 | 245.38 | 336.36 | 368.50 | 280.20 | 170.29 | 111.11 | 72.75 | 54.95 | 1882.87 |
| 1927 | 63.94 | 177.03 | 169.60 | 208.40 | 239.24 | 199.76 | 521.16 | 175.31 | 114.91 | 70.59 | 44.41 | 38.71 | 2023.06 |
| 1928 | 40.18 | 43.46 | 147.66 | 303.09 | 229.48 | 183.08 | 169.69 | 141.18 | 85.80 | 59.01 | 45.36 | 49.42 | 1497.40 |
| 1929 | 39.14 | 48.82 | 91.24 | 107.74 | 329.10 | 666.84 | 227.75 | 124.68 | 97.89 | 62.99 | 39.05 | 35.77 | 1870.99 |
| 1930 | 33.18 | 96.16 | 85.88 | 233.71 | 247.19 | 335.58 | 222.74 | 121.74 | 83.46 | 62.81 | 39.23 | 33.96 | 1595.64 |
| 1931 | 29.86 | 32.23 | 28.62 | 33.09 | 94.95 | 232.59 | 73.09 | 36.37 | 37.15 | 33.78 | 30.07 | 27.93 | 689.73 |
| 1932 | 35.13 | 31.49 |  | 175.82 | 124.76 | 391.48 | 352.86 | 150.34 | 104.98 | 72.14 | 52.10 | 46.74 |  |
| 1933 | 43.89 | 88.99 | 90.03 | 299.46 | 673.75 | 524.02 | 254.19 | 148.26 | 113.62 | 87.87 | 65.49 | 48.38 | 2437.95 |
| 1934 | 44.67 | 43.55 | 80.35 | 143.60 | 231.38 | 356.66 | 359.77 | 130.29 | 106.01 | 75.77 | 49.42 | 40.69 | 1662.16 |
| 1935 | 34.13 | 76.20 | 88.39 | 188.78 | 242.52 | 454.38 | 342.40 | 238.64 | 159.15 | 101.78 | 74.39 | 54.26 | 2055.02 |
| 1936 | 49.94 | 85.02 | 80.96 | 227.15 | 192.33 | 308.79 | 136.17 | 73.70 | 73.18 | 55.38 | 51.93 | 59.53 | 1394.06 |
| 1937 | 47.43 | 92.62 | 116.90 | 209.87 | 200.36 | 653.18 | 241.32 | 127.44 | 136.68 | 95.04 | 56.85 | 47.78 | 2025.48 |
| 1938 | 44.24 | 182.74 | 340.59 | 268.62 | 605.75 | 554.69 | 381.37 | 239.59 | 179.97 | 132.62 | 79.83 | 77.67 | 3087.68 |
| 1939 | 61.08 | 83.29 | 120.79 | 192.93 | 551.40 | 635.13 | 384.22 | 230.69 | 236.30 | 141.78 | 93.14 | 91.67 | 2822.43 |
| 1940 | 80.01 | 109.12 | 119.32 | 107.14 | 388.71 | 388.11 | 193.97 | 128.13 | 120.96 | 104.54 | 96.16 | 89.25 | 1925.42 |
| 1941 | 75.51 | 71.11 | 99.27 | 83.38 | 233.97 | 416.45 | 298.68 | 140.40 | 130.64 | 82.94 | 59.18 | 56.42 | 1747.96 |
| 1942 | 47.95 | 64.28 | 276.91 | 184.98 | 487.64 | 645.34 | 250.99 | 201.92 | 149.64 | 103.42 | 72.49 | 72.92 | 2558.50 |
| 1943 | 55.99 | 62.99 | 99.10 | 214.40 | 469.07 | 725.07 | 265.42 | 245.03 | 172.11 | 167.79 | 122.77 | 110.33 | 2710.06 |
| 1944 | 61.95 | 70.24 | 68.60 | 208.14 | 211.42 | 223.26 | 240.54 | 143.94 | 124.50 | 127.44 | 107.74 | 148.95 | 1736.73 |
| 1945 | 125.45 | 153.27 | 168.74 | 220.49 | 327.02 | 503.28 | 485.14 | 118.97 | 158.46 | 81.48 | 69.12 | 66.01 | 2477.43 |
| 1946 | 61.77 | 109.30 | 103.42 | 79.75 | 273.72 | 301.02 | 284.43 | 127.09 | 90.29 | 75.17 | 43.63 | 43.46 | 1593.04 |
| 1947 | 57.63 | 98.15 | 134.27 | 183.43 | 311.64 | 486.60 | 296.18 | 154.48 | 100.14 | 76.12 | 53.22 | 41.13 | 1992.99 |
| 1948 | 38.79 | 122.60 | 124.42 | 113.96 | 187.66 | 299.64 | 539.31 | 163.47 | 128.65 | 106.79 | 72.06 | 51.58 | 1948.92 |
| 1949 | 38.71 | 68.43 | 93.31 | 174.79 | 434.51 | 492.74 | 402.71 | 309.74 | 210.38 | 168.31 | 97.20 | 72.49 | 2563.32 |
| 1950 | 49.68 | 88.47 | 155.26 | 178.33 | 272.59 | 467.42 | 530.58 | 265.08 | 188.87 | 152.32 | 99.19 | 74.82 | 2522.62 |
| 1951 | 55.04 | 63.07 | 189.48 | 217.90 | 319.42 | 470.36 | 506.13 | 191.89 | 173.15 | 113.88 | 75.95 | 66.01 | 2442.27 |
| 1952 | 47.61 | 56.59 | 78.02 | 122.34 | 348.71 | 734.92 | 300.33 | 196.39 | 146.10 | 107.74 | 104.54 | 58.49 | 2301.78 |
| 1953 | 50.72 | 106.79 | 133.75 | 146.97 | 433.30 | 495.33 | 345.60 | 234.58 | 170.04 | 103.16 | 67.22 | 82.25 | 2369.69 |
| 1954 | 51.15 | 142.65 | 147.74 | 68.95 | 186.28 | 281.49 | 317.52 | 121.31 | 114.57 | 73.35 | 43.20 | 38.36 | 1586.56 |
| 1955 | 31.29 | 63.24 | 162.43 | 146.36 | 432.17 | 419.99 | 232.59 | 142.99 | 89.68 | 58.75 | 38.71 | 25.08 | 1843.29 |
| 1956 | 28.11 | 113.69 | 92.71 | 189.99 | 520.56 | 647.22 | 273.46 | 154.40 | 125.88 | 63.07 | 37.15 | 27.17 | 2273.41 |
| 1957 | 21.96 | 29.81 | 110.68 | 65.32 | 207.53 | 445.05 | 258.51 | 101.87 | 63.76 | 37.32 | 36.63 | 17.38 | 1395.82 |
| 1958 | 17.20 | 40.14 | 52.29 | 89.94 | 179.63 | 313.20 | 180.75 | 82.77 | 55.47 | 32.92 | 19.67 | 14.89 | 1078.87 |

**รูปที่ 8.3-2** ตัวอย่างของข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน

P.1_Q_1921_2014.txt - Notepad

File Edit Format View Help

26-Jun-15

RID Computer Center LQS/QDAYWY/04

Station - Nawarat Bridge, A. Mueang, Chiang Mai, (P.1) Royal Irrigation Department

Stream - Ping Thailand

River - Ping Hydrology Division

River System - Ping Rating Curve HC 2569Y/1960

Water Year - 1965

Discharge, in Cubic Meter per Second, Water Year April 1, 1965 to March 31, 1966

| Date | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Annual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7.20 | 10.00 | 56.00 | 14.00 | 57.00 | 126.00 | 87.00 | 331.00 | 75.00 | 47.00 | 25.00 | 12.00 | |
| 2 | 7.20 | 9.60 | 48.00 | 14.00 | 102.00 | 102.00 | 87.00 | 272.00 | 75.00 | 46.00 | 23.00 | 11.00 | |
| 3 | 7.20 | 8.64 | 35.00 | 13.00 | 88.00 | 89.00 | 77.00 | 238.00 | 74.00 | 47.00 | 21.00 | 11.00 | |
| 4 | 7.68 | 7.68 | 27.00 | 11.00 | 71.00 | 142.00 | 77.00 | 221.00 | 73.00 | 46.00 | 20.00 | 10.00 | |
| 5 | 7.68 | 8.64 | 25.00 | 11.00 | 56.00 | 156.00 | 68.00 | 282.00 | 71.00 | 44.00 | 19.00 | 9.60 | |
| 6 | 7.20 | 9.60 | 22.00 | 9.60 | 39.00 | 133.00 | 58.00 | 255.00 | 71.00 | 41.00 | 17.00 | 8.16 | |
| 7 | 7.20 | 11.00 | 20.00 | 8.64 | 33.00 | 99.00 | 64.00 | 182.00 | 70.00 | 40.00 | 17.00 | 8.64 | |
| 8 | 6.83 | 11.00 | 19.00 | 8.64 | 29.00 | 85.00 | 71.00 | 164.00 | 70.00 | 39.00 | 16.00 | 9.60 | |
| 9 | 6.83 | 13.00 | 33.00 | 9.12 | 24.00 | 80.00 | 78.00 | 142.00 | 69.00 | 39.00 | 16.00 | 10.00 | |
| 10 | 6.83 | 19.00 | 42.00 | 9.60 | 23.00 | 77.00 | 74.00 | 135.00 | 68.00 | 38.00 | 16.00 | 11.00 | |
| 11 | 6.83 | 17.00 | 59.00 | 12.00 | 22.00 | 112.00 | 63.00 | 116.00 | 67.00 | 37.00 | 16.00 | 11.00 | |
| 12 | 7.20 | 14.00 | 83.00 | 13.00 | 24.00 | 245.00 | 65.00 | 99.00 | 75.00 | 37.00 | 16.00 | 11.00 | |
| 13 | 7.20 | 13.00 | 77.00 | 12.00 | 30.00 | 216.00 | 87.00 | 92.00 | 68.00 | 32.00 | 17.00 | 11.00 | |
| 14 | 7.68 | 12.00 | 63.00 | 9.60 | 47.00 | 137.00 | 81.00 | 88.00 | 66.00 | 30.00 | 17.00 | 11.00 | |
| 15 | 7.20 | 12.00 | 56.00 | 7.68 | 83.00 | 69.00 | 80.00 | 84.00 | 65.00 | 30.00 | 17.00 | 9.60 | |
| 16 | 7.20 | 11.00 | 61.00 | 6.83 | 85.00 | 294.00 | 75.00 | 81.00 | 68.00 | 29.00 | 17.00 | 9.12 | |
| 17 | 7.20 | 9.12 | 53.00 | 6.46 | 78.00 | 343.00 | 67.00 | 84.00 | 86.00 | 28.00 | 17.00 | 8.64 | |
| 18 | 7.20 | 9.12 | 40.00 | 6.46 | 72.00 | 275.00 | 57.00 | 87.00 | 104.00 | 32.00 | 17.00 | 9.12 | |
| 19 | 7.68 | 11.00 | 34.00 | 8.64 | 57.00 | 192.00 | 47.00 | 77.00 | 131.00 | 30.00 | 16.00 | 8.64 | |
| 20 | 8.16 | 12.00 | 31.00 | 8.64 | 52.00 | 117.00 | 40.00 | 74.00 | 102.00 | 30.00 | 17.00 | 8.16 | |
| 21 | 15.00 | 12.00 | 30.00 | 8.64 | 72.00 | 85.00 | 32.00 | 73.00 | 82.00 | 30.00 | 15.00 | 7.20 | |
| 22 | 13.00 | 12.00 | 36.00 | 7.68 | 140.00 | 82.00 | 31.00 | 71.00 | 73.00 | 30.00 | 14.00 | 6.83 | |
| 23 | 12.00 | 12.00 | 34.00 | 8.16 | 213.00 | 81.00 | 29.00 | 70.00 | 68.00 | 30.00 | 12.00 | 6.83 | |
| 24 | 12.00 | 12.00 | 30.00 | 10.00 | 168.00 | 101.00 | 30.00 | 74.00 | 65.00 | 28.00 | 12.00 | 6.83 | |
| 25 | 12.00 | 12.00 | 31.00 | 30.00 | 126.00 | 137.00 | 92.00 | 75.00 | 62.00 | 27.00 | 12.00 | 6.09 | |
| 26 | 12.00 | 12.00 | 32.00 | 40.00 | 82.00 | 121.00 | 194.00 | 75.00 | 58.00 | 27.00 | 12.00 | 6.46 | |
| 27 | 11.00 | 12.00 | 25.00 | 39.00 | 75.00 | 103.00 | 252.00 | 76.00 | 54.00 | 25.00 | 11.00 | 5.72 | |
| 28 | 11.00 | 17.00 | 20.00 | 63.00 | 77.00 | 104.00 | 390.00 | 77.00 | 53.00 | 27.00 | 11.00 | 5.35 | |
| 29 | 11.00 | 23.00 | 17.00 | 64.00 | 99.00 | 67.00 | 437.00 | 76.00 | 51.00 | 29.00 | | 5.35 | |
| 30 | 11.00 | 37.00 | 16.00 | 51.00 | 123.00 | 67.00 | 428.00 | 75.00 | 49.00 | 30.00 | | 5.72 | |
| 31 | | 45.00 | | 40.00 | 143.00 | | 382.00 | | 48.00 | 28.00 | 6.09 | | |

**รูปที่ 8.3-3** ตัวอย่างของข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน

### 8.3.3. การรวบรวมสถิติปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ในการรวบรวมสถิติของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรายเดือน ของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่จากกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทั่วประเทศ จำนวน 34 แห่ง ดังแสดงใน**ตารางที่ 8.3-4** โดยตัวอย่างของข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมดังแสดงใน**รูปที่ 8.3-5**

**ตารางที่ 8.3-4** อ่างเก็บน้ำที่ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำในอ่าง

| ลำดับ | อ่างเก็บน้ำ | ที่ตั้ง (จังหวัด) |
|---|---|---|
| 1 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล | ตาก |
| 2 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ | อุตรดิตถ์ |
| 3 | อ่าเงเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา | สุราษฎ์ธานี |
| 4 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ | ขอนแก่น |
| 5 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริธร | อุบลราชธานี |
| 6 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนจุฬาภรณ์ | ชัยภูมิ |
| 7 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว | กาฬสินธุ์ |
| 8 | อ่างเก็บน้ำลำตะคอง | นครราชสีมา |
| 9 | อ่างเก็บน้ำลำแชะ | นครราชสีมา |
| 10 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนคลองสียัด | ฉะเชิงเทรา |
| 11 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน | สกลนคร |
| 12 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนห้วยหลวง | อุดรธานี |
| 13 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำนางรอง | บุรีรัมย์ |
| 14 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบน | นครราชสีมา |
| 15 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางลาง | ยะลา |
| 16 | อ่างเก็บน้ำบางพระ | ชลบุรี |
| 17 | อ่างเก็บน้ำมาบประชัน | ชลบุรี |
| 18 | อ่างเก็บน้ำหนองค้อ | ชลบุรี |
| 19 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปลายมาศ | นครราชสีมา |
| 20 | อ่างเก็บน้ำดอกกราย | ระยอง |
| 21 | อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล | ระยอง |
| 22 | อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ | ระยอง |
| 23 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ | กาญจนบุรี |
| 24 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนเขาแหลม | กาญจนบุรี |
| 25 | อ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน | เพชรบุรี |

**ตารางที่ 8.3-4 (ต่อ)** อ่างเก็บน้ำที่ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำในอ่าง

| ลำดับ | อ่างเก็บน้ำ | ที่ตั้ง (จังหวัด) |
|---|---|---|
| 26 | อ่างเก็บน้ำปราณบุรี | ประจวบคีรีขันธ์ |
| 27 | อ่างเก็บน้ำบางวาด | ภูเก็ต |
| 28 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำพุง | สกลนคร |
| 29 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ | ลพบุรี |
| 30 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล | เชียงใหม่ |
| 31 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงอุดมธารา | เชียงใหม่ |
| 32 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนขุนด่านปรากการชล | นครนายก |
| 33 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนกระเสียว | สุพรรณบุรี |
| 34 | อ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน | พิษณุโลก |

## ปริมาตรน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ระดับเก็บกักสูงสุด | ระดับน้ำ | 182.00 | ม.(รทก.) | ปริมาณน้ำ | 263.00 | ล้าน ลบ.ม. |
| ระดับเก็บกักปกติ | ระดับน้ำ | 182.00 | ม.(รทก.) | ปริมาณน้ำ | 263.00 | ล้าน ลบ.ม. |
| ระดับเก็บกักต่ำสุด | ระดับน้ำ | 174.20 | ม.(รทก.) | ปริมาณน้ำ | 14.00 | ล้าน ลบ.ม. |

หน่วย - ล้าน ลบ.ม.

| ปี พ.ศ. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2513 | | | | | | | | | 2,456.00 | 2,432.00 | 2,472.00 | 2,280.00 |
| 2514 | 2,257.00 | | 1,701.00 | 1,572.00 | 1,319.00 | 1,119.00 | 1,187.00 | 1,364.00 | 1,895.00 | 2,165.00 | 1,826.00 | 1,629.00 |
| 2515 | 1,460.00 | 1,312.00 | 1,197.00 | 1,085.00 | 894.00 | 757.00 | 704.00 | 625.00 | 642.00 | 1,156.00 | 1,148.00 | 1,130.00 |
| 2516 | 1,062.00 | 996.00 | 946.00 | 900.00 | 902.00 | 984.00 | 1,104.00 | 1,166.00 | 1,925.00 | 2,250.00 | 2,160.00 | 2,088.00 |
| 2517 | 2,014.00 | 1,871.00 | 1,704.00 | 1,505.00 | 1,348.00 | 1,018.00 | 860.00 | 1,002.00 | 1,283.00 | 1,585.00 | 1,642.00 | 1,595.00 |
| 2518 | 1,548.00 | 1,478.00 | 1,400.00 | 1,270.00 | 1,213.00 | 1,299.00 | 1,621.00 | 1,691.00 | 2,292.00 | 2,544.00 | 2,349.00 | 2,189.00 |
| 2519 | 2,058.00 | 1,925.00 | 1,748.00 | 1,434.00 | 1,319.00 | 1,130.00 | 992.00 | 1,008.00 | 1,830.00 | 2,488.00 | 2,488.00 | 2,337.00 |
| 2520 | 2,160.00 | 2,000.00 | 1,798.00 | 1,577.00 | 1,286.00 | 1,083.00 | 924.00 | 858.00 | 2,054.00 | 1,939.00 | 1,761.00 | 1,642.00 |
| 2521 | 1,507.00 | 1,387.00 | 1,267.00 | 1,049.00 | 922.00 | 725.00 | 1,613.00 | 2,273.00 | 2,785.00 | 2,219.00 | 1,966.00 | 1,754.00 |
| 2522 | 1,600.00 | 1,449.00 | 1,257.00 | 1,072.00 | 968.00 | 1,674.00 | 1,293.00 | 986.00 | 930.00 | 1,197.00 | 1,117.00 | 1,033.00 |
| 2523 | 988.00 | 928.00 | 868.00 | 789.00 | 926.00 | 2,261.00 | 1,966.00 | 1,631.00 | 2,724.00 | 2,484.00 | 2,391.00 | 2,200.00 |
| 2524 | 1,999.00 | 1,815.00 | 1,419.00 | 874.00 | 690.00 | 575.00 | 655.00 | 743.00 | 723.00 | 777.00 | 801.00 | 756.00 |
| 2525 | 702.00 | 653.00 | 603.00 | 565.00 | 536.00 | 529.00 | 467.00 | 399.00 | 958.00 | 1,843.00 | 1,940.00 | 1,892.00 |
| 2526 | 1,809.00 | 1,628.00 | 1,443.00 | 1,238.00 | 1,060.00 | 932.00 | 937.00 | 1,320.00 | 1,677.00 | 1,694.00 | 1,651.00 | 1,565.00 |
| 2527 | 1,449.00 | 1,243.00 | 1,079.00 | 802.00 | 557.00 | 524.00 | 515.00 | 573.00 | 723.00 | 1,413.00 | 1,011.00 | 958.00 |
| 2528 | 893.00 | 810.00 | 697.00 | 601.00 | 585.00 | 545.00 | 481.00 | 456.00 | 622.00 | 876.00 | 889.00 | 878.00 |
| 2529 | 795.00 | 695.00 | 596.00 | 545.00 | 660.00 | 662.00 | 577.00 | 550.00 | 864.00 | 759.00 | 795.00 | 761.00 |
| 2530 | 688.00 | 616.00 | 568.00 | 525.00 | 519.00 | 573.00 | 480.00 | 757.00 | 1,545.00 | 1,964.00 | 1,999.00 | 1,961.00 |
| 2531 | 1,577.00 | 1,455.00 | 1,287.00 | 1,152.00 | 1,120.00 | 966.00 | 947.00 | 891.00 | 1,049.00 | 2,247.00 | 2,172.00 | 1,997.00 |
| 2532 | 1,807.00 | 1,640.00 | 1,461.00 | 1,295.00 | 1,185.00 | 1,047.00 | 905.00 | 845.00 | 1,170.00 | 1,797.00 | 1,762.00 | 1,660.00 |
| 2533 | 1,482.00 | 1,346.00 | 1,180.00 | 999.00 | 1,031.00 | 1,052.00 | 887.00 | 839.00 | 1,211.00 | 2,324.00 | 2,133.00 | 1,989.00 |
| 2534 | 1,756.00 | 1,580.00 | 1,386.00 | 1,203.00 | 1,066.00 | 953.00 | 811.00 | 1,125.00 | 1,906.00 | 2,180.00 | 1,945.00 | 1,762.00 |
| 2535 | 1,586.00 | 1,400.00 | 1,170.00 | 977.00 | 782.00 | 629.00 | 567.00 | 774.00 | 913.00 | 1,073.00 | 1,015.00 | 975.00 |
| 2536 | 859.00 | 758.00 | 623.00 | 526.00 | 502.00 | 479.00 | 415.00 | 339.00 | 529.00 | 474.00 | 451.00 | 430.00 |
| 2537 | 406.00 | 386.00 | 368.00 | 344.00 | 382.00 | 406.00 | 409.00 | 373.00 | 1,059.00 | 1,195.00 | 1,140.00 | 1,123.00 |
| 2538 | 1,036.00 | 982.00 | 918.00 | 877.00 | 865.00 | 867.00 | 953.00 | 1,218.00 | 1,706.00 | 1,780.00 | 1,732.00 | 1,660.00 |
| 2539 | 1,533.00 | 1,414.00 | 1,322.00 | 1,260.00 | 1,145.00 | 960.00 | 800.00 | 700.00 | 1,602.00 | 2,027.00 | 2,168.00 | 2,012.00 |
| 2540 | 1,859.00 | 1,722.00 | 1,555.00 | 1,386.00 | 1,185.00 | 1,015.00 | 918.00 | 836.00 | 867.00 | 1,042.00 | 1,026.00 | 986.00 |
| 2541 | 893.00 | 838.00 | 732.00 | 664.00 | 643.00 | 639.00 | 608.00 | 832.00 | 1,077.00 | 1,104.00 | 1,094.00 | 1,047.00 |
| 2542 | 962.00 | 853.00 | 734.00 | 703.00 | 922.00 | 1,103.00 | 897.00 | 889.00 | 1,371.00 | 1,824.00 | 2,026.00 | 1,938.00 |
| 2543 | 1,783.00 | 1,592.00 | 1,338.00 | 1,268.00 | 1,749.00 | 1,595.00 | 1,417.00 | 1,234.00 | 1,793.00 | 1,884.00 | 1,942.00 | 1,803.00 |
| 2544 | 1,637.00 | 1,437.00 | 1,270.00 | 1,061.00 | 1,047.00 | 1,028.00 | 940.00 | 1,827.00 | 2,219.00 | 2,513.00 | 2,199.00 | 1,863.00 |
| 2545 | 1,633.00 | 1,428.00 | 1,244.00 | 1,089.00 | 932.00 | 807.00 | 672.00 | 672.00 | 2,613.00 | 2,374.00 | 2,168.00 | 1,971.00 |
| 2546 | 1,759.00 | 1,583.00 | 1,357.00 | 1,142.00 | 1,031.00 | 837.00 | 721.00 | 847.00 | 1,877.00 | 1,621.00 | 1,467.00 | 1,343.00 |
| 2547 | 1,115.00 | 975.00 | 787.00 | 668.00 | 617.00 | 824.00 | 984.00 | 1,349.00 | 1,705.00 | 1,524.00 | 1,423.00 | 1,341.00 |
| 2548 | 1,165.00 | 1,015.00 | 757.00 | 626.00 | 562.00 | 559.00 | 524.00 | 462.00 | 905.00 | 940.68 | 962.10 | 901.08 |
| 2549 | 841.44 | 796.26 | 740.76 | 1,268.00 | 1,749.00 | 1,595.00 | 1,417.00 | 1,234.00 | 1,793.00 | 1,884.00 | 1,942.00 | 1,803.00 |
| 2550 | 1,756.00 | 1,580.00 | 1,386.00 | 1,203.00 | 1,066.00 | 953.00 | 811.00 | 1,125.00 | 1,906.00 | 2,180.00 | 1,945.00 | 1,762.00 |
| 2551 | 1,586.00 | 1,400.00 | 1,170.00 | 977.00 | 782.00 | 629.00 | 567.00 | 774.00 | 913.00 | 1,073.00 | 1,015.00 | 975.00 |
| 2552 | 859.00 | 758.00 | 623.00 | 526.00 | 502.00 | 479.00 | 415.00 | 339.00 | 529.00 | 474.00 | 451.00 | 430.00 |
| 2553 | 406.00 | 386.00 | 368.00 | 344.00 | 382.00 | 406.00 | 409.00 | 373.00 | 1,059.00 | 1,195.00 | 1,140.00 | 1,123.00 |
| 2554 | 1,036.00 | 982.00 | 918.00 | 877.00 | 865.00 | 867.00 | 953.00 | 1,218.00 | 1,706.00 | 1,780.00 | 1,732.00 | 1,660.00 |
| 2555 | 1,533.00 | 1,414.00 | 1,322.00 | 1,260.00 | 1,145.00 | 960.00 | 800.00 | 700.00 | 1,602.00 | 2,027.00 | 2,168.00 | 2,012.00 |
| 2556 | 1,859.00 | 1,722.00 | 1,555.00 | 1,386.00 | 1,185.00 | 1,015.00 | 918.00 | 836.00 | 867.00 | 1,042.00 | 1,026.00 | 986.00 |
| 2557 | 1,507.00 | 1,387.00 | 1,267.00 | 1,049.00 | 922.00 | 725.00 | 1,613.00 | 2,273.00 | 2,785.00 | 2,219.00 | 1,966.00 | 1,047.00 |
| 2558 | 1,600.00 | 1,449.00 | 1,257.00 | 1,072.00 | 968.00 | 1,674.00 | 1,293.00 | 986.00 | 930.00 | 1,197.00 | 1,117.00 | 1,938.00 |
| 2559 | 988.00 | 928.00 | 868.00 | 789.00 | 926.00 | 2,261.00 | 1,966.00 | 1,631.00 | 2,724.00 | 2,484.00 | 2,391.00 | 1,803.00 |
| 2560 | 1,999.00 | 1,815.00 | 1,419.00 | 874.00 | 690.00 | 575.00 | 655.00 | 743.00 | 723.00 | 777.00 | 801.00 | 1,863.00 |
| เฉลี่ย | 1,407.73 | 1,257.32 | 1,125.58 | 997.53 | 950.53 | 937.53 | 893.56 | 963.56 | 1,494.41 | 1,718.72 | 1,653.33 | 1,547.35 |
| สูงสุด | 2,257.00 | 2,000.00 | 1,798.00 | 1,577.00 | 1,749.00 | 2,261.00 | 1,966.00 | 2,273.00 | 2,785.00 | 2,544.00 | 2,488.00 | 2,337.00 |
| ต่ำสุด | 406.00 | 386.00 | 368.00 | 344.00 | 382.00 | 406.00 | 409.00 | 339.00 | 529.00 | 474.00 | 451.00 | 430.00 |

ศูนย์ปฏิบัติการรักษระน้ำ กรมชลประทาน

**รูปที่ 8.3-5** ตัวอย่างของข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

### 8.3.4. การรวบรวมสถิติภัยพิบัติ

ในการรวบรวมสถิติของภัยพิบัติ ทางที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัยในประเทศไทยจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยระหว่างปี พ.ศ. 2550-2559 ซึ่งข้อมูลที่สำคัญประกอบด้วย จำนวนจังหวัดที่และอำเภอที่ได้รับผลกระทบ จำนวนครัวเรื่อนที่ได้รับผลกระทบ พื้นที่เกษตรกรรมเสียหาย จำนวนถนนและสะพานที่เสียหาย ตลอดจนมูลค่าความเสียหายรวมที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดแสดงใน**ตารางที่ 8.3-6**

**ตารางที่ 8.3-6** สถิติการเกิดอุทกภัยประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2550-2559

| รายการ | ปี พ.ศ. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2550 | 2551 | 2552 | 2553 | 2554 | 2555 | 2556 | 2557 | 2558 | 2559 |
| จังหวัดประสบภัย | 54 | 65 | 64 | 74 | 74 | 47 | 74 | 58 | 49 | 65 |
| อำเภอประสบภัย | 394 | 719 | 683 | 823 | 844 | 328 | 721 | 440 | 241 | 719 |
| ประชาชนที่ได้รับผลกระทบ (ครัวเรือน) | 571,566 | 2,031,943 | 2,308,969 | 3,917,333 | 5,247,125 | 733,281 | 1,907,472 | 601,796 | 211,360 | 2,031,943 |
| ความเสียหายต่อพื้นที่เกษตรกรรม (ไร่) | 1,617,284 | 6,590,655 | 2,958,523 | 10,909,561 | 11,798,241 | 1,036,105 | 6,099,777 | 1,706,254 | 694,282 | 6,590,655 |
| ถนนที่เสียหาย(สาย) | 7,202 | 18,389 | 18,661 | 25,986 | 26,613 | 5,566 | 15,224 | 5,145 | 2,018 | 18,389 |
| สะพานเสียหาย(แห่ง) | 388 | 908 | 1,092 | 1,536 | 1,770 | 370 | 705 | 406 | 167 | 908 |
| มูลค่าความเสีย (ล้านบาท) | 1,687.87 | 7,601.80 | 5,252.61 | 16,338.77 | 23,839.22 | 716.00 | 1,841.22 | 323.58 | 162.06 | 7,601.80 |

### 8.3.5. การรวบรวมข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง

ในการรวบรวมข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง ที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting) จากฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (Roadnet) ซึ่งได้มีการบันทึกไว้ในปีล่าสุด (ปี พ.ศ. 2558) และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาสรุปแยกตามแขวงทางหลวงได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 8.3-7**

**ตารางที่ 8.3-7** ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting)

| แขวงทางหลวง | ระยะทางของถนนตามค่า IRI (กม.) | | | | IRI Avg. | ระยะทางของถนนตามค่า Rutting (กม.) | | | | Rutting Avg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <2.5 | 2.5 ถึง 3.5 | 3.5 ถึง 5.0 | >=5.0 | | <10 | 10 ถึง 15 | 15 ถึง 20 | >=20 | |
| ขท.กำแพงเพชร | 271.45 | 127.16 | 60.96 | 21.75 | 2.65 | 453.69 | 21.61 | 4.25 | 1.75 | 3.99 |
| ขท.ตากที่ 1 | 283.40 | 120.68 | 50.88 | 25.27 | 2.71 | 460.19 | 14.27 | 3.52 | 2.22 | 2.87 |
| ขท.ตากที่ 2 (แม่สอด) | 253.89 | 125.62 | 69.62 | 53.76 | 4.52 | 474.72 | 17.91 | 4.37 | 5.84 | 5.14 |
| ขท.กาฬสินธุ์ | 74.09 | 84.39 | 67.03 | 49.72 | 2.47 | 249.24 | 17.12 | 4.74 | 4.08 | 4.81 |
| ขท.มหาสารคาม | 51.11 | 34.33 | 20.24 | 10.24 | 2.38 | 111.04 | 3.28 | 0.83 | 0.71 | 4.31 |
| ขท.ยโสธร | 658.18 | 215.85 | 72.69 | 25.58 | 2.65 | 878.54 | 69.01 | 17.24 | 6.81 | 5.02 |
| ขท.ร้อยเอ็ด | 459.01 | 146.50 | 53.29 | 18.51 | 2.55 | 615.82 | 45.24 | 11.50 | 4.32 | 4.46 |
| ขท.กระบี่ | 410.80 | 87.10 | 32.20 | 15.16 | 2.36 | 517.97 | 22.65 | 3.35 | 0.99 | 4.12 |
| ขท.พังงา | 336.82 | 70.85 | 23.67 | 13.41 | 2.66 | 423.82 | 17.30 | 2.80 | 0.65 | 3.89 |
| ขท.ภูเก็ต | 589.52 | 194.85 | 73.55 | 29.62 | 3.30 | 821.61 | 47.75 | 12.71 | 4.59 | 4.14 |
| ขท.ระนอง | 188.32 | 43.90 | 17.62 | 6.45 | 2.49 | 243.06 | 9.21 | 2.55 | 1.45 | 1.26 |
| ขท.พิเศษระหว่างเมือง | 307.15 | 91.17 | 37.94 | 17.21 | 4.24 | 429.38 | 16.45 | 3.72 | 3.88 | 3.58 |
| ขท.พัทลุง | 159.73 | 62.91 | 29.05 | 12.55 | 2.64 | 251.09 | 10.97 | 1.74 | 0.39 | 4.10 |
| ขท.สงขลาที่ 1 | 160.96 | 70.58 | 39.87 | 27.89 | 3.20 | 279.86 | 14.38 | 2.63 | 2.35 | 4.65 |
| ขท.สงขลาที่ 2 (นาหม่อม) | 30.69 | 12.61 | 5.35 | 2.06 | 2.55 | 49.31 | 1.31 | 0.06 | 0.03 | 4.84 |
| ขท.สตูล | 51.05 | 21.37 | 9.74 | 4.39 | 2.42 | 74.84 | 1.62 | 0.16 | 0.11 | 4.63 |
| ขท.ตรัง | 137.88 | 42.29 | 21.51 | 7.94 | 2.51 | 195.13 | 11.61 | 2.40 | 0.08 | 3.61 |
| ขท.นครศรีธรรมราชที่ 1 | 324.40 | 117.30 | 50.99 | 25.32 | 2.40 | 483.18 | 26.44 | 6.46 | 1.53 | 4.64 |

**ตารางที่ 8.3-7(ต่อ)** ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting)

| แขวงทางหลวง | ระยะทางของถนนตามค่า IRI (กม.) | | | | IRI Avg. | ระยะทางของถนนตามค่า Rutting (กม.) | | | | Rutting Avg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <2.5 | 2.5 ถึง 3.5 | 3.5 ถึง 5.0 | >=5.0 | | <10 | 10 ถึง 15 | 15 ถึง 20 | >=20 | |
| ขท.นครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง) | 85.73 | 39.70 | 19.28 | 10.33 | 2.53 | 144.87 | 7.17 | 1.92 | 1.04 | 4.05 |
| ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 1 (พุนพิน) | 359.20 | 126.81 | 57.10 | 26.46 | 3.02 | 528.67 | 31.22 | 6.89 | 2.70 | 4.38 |
| ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 2 (กาญจนดิษฐ์) | 171.74 | 62.79 | 30.08 | 16.73 | 3.13 | 256.82 | 18.56 | 4.45 | 1.50 | 3.71 |
| ขท.สุราษฎร์ธานีที่ 3 (เวียงสระ) | 60.34 | 17.62 | 6.88 | 3.45 | 2.56 | 83.72 | 3.80 | 0.68 | 0.09 | 4.08 |
| ขท.ชุมพร | 264.16 | 93.84 | 35.90 | 15.85 | 2.67 | 384.13 | 19.51 | 4.37 | 1.66 | 2.90 |
| ขท.นครปฐม | 174.77 | 86.93 | 38.77 | 16.29 | 3.53 | 289.73 | 19.03 | 5.36 | 1.98 | 3.99 |
| ขท.ประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน) | 105.77 | 58.03 | 28.13 | 9.14 | 2.82 | 189.16 | 8.37 | 2.27 | 0.64 | 3.11 |
| ขท.เพชรบุรี | 468.67 | 145.93 | 63.47 | 27.02 | 2.37 | 677.55 | 21.80 | 3.84 | 1.25 | 4.15 |
| ขท.ราชบุรี | 301.37 | 72.09 | 27.10 | 12.32 | 2.55 | 388.75 | 17.46 | 4.14 | 2.50 | 3.96 |
| ขท.สมุทรสงคราม | 202.21 | 48.23 | 17.61 | 8.38 | 3.23 | 258.24 | 12.65 | 3.28 | 2.24 | 5.22 |
| ขท.กรุงเทพ | 444.85 | 135.77 | 58.76 | 28.62 | 3.13 | 607.46 | 39.30 | 12.36 | 8.80 | 4.91 |
| ขท.ธนบุรี | 172.97 | 48.18 | 19.61 | 9.40 | 3.39 | 239.29 | 7.95 | 2.11 | 0.73 | 4.79 |
| ขท.นครนายก | 52.84 | 15.81 | 6.49 | 3.18 | 2.87 | 76.40 | 1.36 | 0.35 | 0.18 | 5.80 |
| ขท.นนทบุรี | 221.71 | 117.78 | 53.73 | 27.11 | 3.48 | 396.29 | 17.14 | 3.98 | 2.77 | 4.35 |
| ขท.ปทุมธานี | 92.00 | 53.39 | 27.81 | 16.45 | 3.25 | 175.58 | 9.44 | 2.43 | 2.16 | 6.08 |
| ขท.สมุทรปราการ | 28.02 | 31.20 | 22.81 | 16.19 | 3.27 | 94.88 | 2.51 | 0.54 | 0.31 | 4.74 |
| ขท.สมุทรสาคร | 12.90 | 16.25 | 15.20 | 12.13 | 2.63 | 55.38 | 0.78 | 0.18 | 0.15 | 4.95 |
| ขท.อยุธยา | 531.37 | 189.76 | 92.48 | 43.96 | 3.15 | 801.44 | 42.18 | 10.50 | 3.35 | 6.11 |
| ขท.จันทบุรี | 184.43 | 81.59 | 34.95 | 13.55 | 2.78 | 294.95 | 15.31 | 3.45 | 0.79 | 5.66 |
| ขท.ฉะเชิงเทรา | 55.59 | 30.13 | 14.84 | 7.23 | 2.99 | 102.11 | 4.40 | 0.84 | 0.39 | 14.79 |
| ขท.ชลบุรีที่ 1 | 264.55 | 124.26 | 98.69 | 47.42 | 3.78 | 510.94 | 16.85 | 4.26 | 2.69 | 6.90 |
| ขท.ชลบุรีที่ 2 | 347.66 | 125.93 | 60.24 | 30.34 | 2.72 | 521.60 | 29.80 | 9.13 | 3.46 | 5.41 |

**ตารางที่ 8.3-7(ต่อ)** ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting)

| แขวงทางหลวง | ระยะทางของถนนตามค่า IRI (กม.) | | | | IRI Avg. | ระยะทางของถนนตามค่า Rutting (กม.) | | | | Rutting Avg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <2.5 | 2.5 ถึง 3.5 | 3.5 ถึง 5.0 | >=5.0 | | <10 | 10 ถึง 15 | 15 ถึง 20 | >=20 | |
| ขท.ตราด | 191.54 | 71.17 | 29.16 | 14.29 | 3.02 | 295.85 | 8.43 | 1.55 | 0.22 | 5.65 |
| ขท.ระยอง | 161.53 | 67.44 | 27.10 | 13.86 | 2.92 | 259.90 | 8.20 | 1.52 | 0.22 | 5.57 |
| ขท.นครสวรรค์ที่ 1 | 161.53 | 67.44 | 27.10 | 13.86 | 2.90 | 259.90 | 8.20 | 1.52 | 0.22 | 3.95 |
| ขท.นครสวรรค์ที่ 2 (ตากฟ้า) | 161.53 | 67.44 | 27.10 | 13.86 | 3.24 | 259.90 | 8.20 | 1.52 | 0.22 | 4.18 |
| ขท.ลพบุรีที่ 1 | 396.66 | 176.48 | 81.15 | 42.62 | 3.36 | 638.90 | 41.55 | 10.66 | 5.71 | 5.27 |
| ขท.ลพบุรีที่ 2 (ลำนารายณ์) | 78.04 | 46.33 | 27.02 | 16.08 | 2.75 | 145.50 | 16.02 | 3.64 | 2.30 | 4.29 |
| ขท.สระบุรี | 92.46 | 49.45 | 28.20 | 16.90 | 3.50 | 164.70 | 16.28 | 3.64 | 2.30 | 3.60 |
| ขท.สิงห์บุรี | 60.21 | 37.41 | 29.76 | 21.42 | 2.88 | 137.94 | 4.86 | 2.32 | 3.52 | 4.53 |
| ขท.กาญจนบุรี | 402.68 | 253.08 | 172.61 | 127.75 | 2.69 | 874.47 | 50.98 | 16.43 | 13.40 | 3.22 |
| ขท.ชัยนาท | 245.53 | 175.47 | 151.31 | 81.80 | 3.26 | 589.09 | 37.83 | 15.43 | 11.03 | 3.81 |
| ขท.สุพรรณบุรีที่ 1 | 244.40 | 177.16 | 157.68 | 77.44 | 2.56 | 615.00 | 25.79 | 9.76 | 5.33 | 3.12 |
| ขท.สุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง) | 362.69 | 215.39 | 139.42 | 114.01 | 2.42 | 752.31 | 50.43 | 14.46 | 12.95 | 5.01 |
| ขท.อ่างทอง | 149.81 | 93.09 | 61.57 | 39.52 | 2.59 | 316.02 | 19.77 | 3.97 | 3.29 | 4.44 |
| ขท.อุทัยธานี | 231.05 | 112.97 | 82.05 | 55.40 | 2.50 | 390.57 | 46.08 | 24.47 | 20.05 | 3.12 |
| ขท.พิจิตร | 231.82 | 104.26 | 54.93 | 36.02 | 2.61 | 375.19 | 39.22 | 8.47 | 3.87 | 4.04 |
| ขท.พิษณุโลกที่ 1 | 353.83 | 173.13 | 99.90 | 62.51 | 2.61 | 508.10 | 71.58 | 26.25 | 83.28 | 2.56 |
| ขท.พิษณุโลกที่ 2 (วังทอง) | 89.19 | 60.61 | 44.75 | 29.73 | 2.51 | 188.95 | 24.42 | 4.12 | 1.39 | 3.90 |
| ขท.สุโขทัย | 143.56 | 108.84 | 85.51 | 63.20 | 3.01 | 341.48 | 40.27 | 9.26 | 4.73 | 4.19 |
| ขท.อุตรดิตถ์ที่ 1 | 309.50 | 124.03 | 77.88 | 76.37 | 2.35 | 488.81 | 78.45 | 15.03 | 5.14 | 3.01 |
| ขท.อุตรดิตถ์ที่ 2 | 130.68 | 34.91 | 17.13 | 8.48 | 2.95 | 183.35 | 6.07 | 0.96 | 0.33 | 3.77 |
| ขท.เชียงใหม่ที่ 1 | 633.25 | 274.37 | 131.78 | 71.05 | 2.87 | 1006.32 | 79.43 | 16.75 | 7.51 | 5.50 |
| ขท.เชียงใหม่ที่ 2 | 1533.36 | 665.37 | 345.82 | 182.57 | 3.42 | 2500.19 | 160.46 | 45.00 | 20.93 | 3.36 |

**ตารางที่ 8.3-7(ต่อ)** ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting)

| แขวงทางหลวง | ระยะทางของถนนตามค่า IRI (กม.) | | | | IRI Avg. | ระยะทางของถนนตามค่า Rutting (กม.) | | | | Rutting Avg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <2.5 | 2.5 ถึง 3.5 | 3.5 ถึง 5.0 | >=5.0 | | <10 | 10 ถึง 15 | 15 ถึง 20 | >=20 | |
| ขท.เชียงใหม่ที่ 3 | 770.49 | 257.83 | 124.27 | 61.02 | 3.53 | 1133.41 | 53.46 | 15.40 | 9.42 | 4.38 |
| ขท.แม่ฮ่องสอน | 491.38 | 184.45 | 82.36 | 45.00 | 3.96 | 772.78 | 20.85 | 5.27 | 4.10 | 4.50 |
| ขท.ลำปางที่ 1 | 262.38 | 95.90 | 32.04 | 18.96 | 3.11 | 395.64 | 9.76 | 2.80 | 1.06 | 3.48 |
| ขท.ลำปางที่ 2 | 177.02 | 92.57 | 54.66 | 16.14 | 3.12 | 326.21 | 10.02 | 2.77 | 1.32 | 3.27 |
| ขท.ลำพูน | 151.12 | 91.69 | 55.72 | 16.36 | 2.86 | 302.89 | 9.06 | 1.92 | 0.87 | 2.94 |
| ขท.เชียงรายที่ 1 | 517.55 | 234.79 | 69.36 | 24.66 | 2.77 | 818.27 | 21.02 | 5.95 | 0.81 | 6.58 |
| ขท.เชียงรายที่ 2 | 252.70 | 94.38 | 38.88 | 14.46 | 2.57 | 374.93 | 18.88 | 4.72 | 1.80 | 5.30 |
| ขท.น่านที่ 1 | 414.12 | 168.78 | 84.21 | 28.11 | 2.66 | 652.10 | 28.46 | 10.08 | 4.47 | 13.77 |
| ขท.น่านที่ 2 | 77.11 | 29.93 | 14.62 | 7.72 | 2.92 | 107.38 | 13.29 | 5.73 | 2.96 | 5.99 |
| ขท.พะเยา | 250.63 | 83.51 | 30.81 | 11.90 | 2.74 | 359.49 | 13.52 | 2.90 | 0.93 | 5.16 |
| ขท.แพร่ | 186.27 | 67.26 | 23.46 | 7.39 | 2.82 | 276.01 | 6.54 | 1.28 | 0.52 | 17.26 |
| ขท.เพชรบูรณ์ที่ 1 | 443.19 | 172.45 | 74.48 | 33.15 | 2.59 | 676.82 | 32.71 | 8.40 | 3.11 | 4.64 |
| ขท.เพชรบูรณ์ที่ 2 (บึงสามพัน) | 228.44 | 81.94 | 38.52 | 19.05 | 2.73 | 281.87 | 17.48 | 5.37 | 2.00 | 4.92 |
| ขท.เลยที่ 1 | 325.86 | 97.48 | 40.56 | 17.94 | 2.93 | 406.14 | 11.19 | 2.64 | 0.67 | 5.15 |
| ขท.เลยที่ 2 (ด่านซ้าย) | 224.34 | 91.10 | 48.31 | 14.03 | 2.89 | 372.04 | 4.59 | 0.91 | 0.19 | 4.03 |
| ขท.หนองบัวลำภู | 237.93 | 94.36 | 36.18 | 12.29 | 2.61 | 362.25 | 8.24 | 3.64 | 6.57 | 4.06 |
| ขท.นครราชสีมาที่ 1 | 341.57 | 138.54 | 58.55 | 21.67 | 2.37 | 534.23 | 13.59 | 5.00 | 7.44 | 5.13 |
| ขท.นครราชสีมาที่ 2 | 454.08 | 138.04 | 57.75 | 25.67 | 2.70 | 641.87 | 22.33 | 8.13 | 3.08 | 5.51 |
| ขท.นครราชสีมาที่ 3 | 230.18 | 55.46 | 27.67 | 13.98 | 2.66 | 312.69 | 10.14 | 2.83 | 1.54 | 4.32 |
| ขท.บุรีรัมย์ | 472.42 | 182.01 | 84.29 | 34.07 | 2.69 | 748.70 | 16.65 | 3.14 | 1.31 | 5.64 |
| ขท.ปราจีนบุรี | 223.95 | 184.22 | 118.27 | 53.29 | 3.91 | 545.86 | 18.93 | 5.84 | 9.08 | 4.99 |
| ขท.สระแก้ว (วัฒนานคร) | 52.14 | 23.69 | 11.96 | 7.33 | 2.47 | 77.10 | 2.45 | 1.04 | 14.51 | 5.55 |

**ตารางที่ 8.3-7(ต่อ)** ข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวทาง (IRI) และความลึกร่องล้อ (Rutting)

| แขวงทางหลวง | ระยะทางของถนนตามค่า IRI (กม.) | | | | IRI Avg. | ระยะทางของถนนตามค่า Rutting (กม.) | | | | Rutting Avg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <2.5 | 2.5 ถึง 3.5 | 3.5 ถึง 5.0 | >=5.0 | | <10 | 10 ถึง 15 | 15 ถึง 20 | >=20 | |
| ขท.ขอนแก่นที่ 1 | 62.39 | 75.96 | 53.70 | 36.46 | 3.69 | 102.71 | 43.48 | 41.50 | 40.82 | 4.39 |
| ขท.ขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ) | 195.44 | 150.77 | 108.83 | 65.16 | 2.75 | 396.31 | 52.57 | 44.07 | 27.18 | 5.25 |
| ขท.ขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่) | 112.56 | 54.74 | 39.28 | 20.39 | 2.46 | 219.73 | 4.99 | 1.51 | 0.68 | 6.29 |
| ขท.ชัยภูมิ | 138.18 | 85.22 | 65.14 | 33.64 | 2.93 | 313.33 | 6.37 | 1.69 | 0.68 | 4.71 |
| ขท.อุดรธานีที่ 1 | 129.71 | 105.72 | 86.34 | 41.95 | 3.08 | 357.66 | 4.98 | 0.71 | 0.31 | 4.45 |
| ขท.อุดรธานีที่ 2 (หนองหาน) | 51.51 | 50.62 | 47.10 | 21.40 | 2.87 | 167.82 | 2.29 | 0.22 | 0.28 | 4.46 |
| ขท.ศรีสะเกษที่ 1 | 93.71 | 71.47 | 60.62 | 47.29 | 2.74 | 216.58 | 23.38 | 19.45 | 13.66 | 4.59 |
| ขท.ศรีสะเกษที่ 2 | 130.31 | 85.96 | 54.32 | 28.27 | 2.96 | 252.08 | 20.67 | 17.52 | 8.59 | 6.20 |
| ขท.สุรินทร์ | 236.31 | 151.92 | 101.39 | 61.53 | 2.69 | 523.63 | 20.44 | 4.00 | 3.03 | 5.10 |
| ขท.อำนาจเจริญ | 39.87 | 38.79 | 40.41 | 35.09 | 3.12 | 144.86 | 7.28 | 1.36 | 0.63 | 5.20 |
| ขท.อุบลราชธานีที่ 1 | 15.15 | 31.56 | 41.72 | 36.94 | 2.39 | 112.03 | 8.93 | 2.66 | 1.71 | 6.71 |
| ขท.อุบลราชธานีที่ 2 | 65.44 | 77.08 | 66.41 | 42.09 | 2.85 | 235.13 | 10.92 | 2.76 | 2.13 | 3.87 |
| ขท.นครพนม | 107.13 | 101.93 | 74.28 | 37.99 | 2.91 | 302.48 | 13.80 | 2.65 | 2.36 | 3.41 |
| ขท.บึงกาฬ | 67.49 | 60.89 | 48.84 | 31.76 | 2.72 | 194.01 | 10.96 | 2.35 | 1.66 | 4.41 |
| ขท.มุกดาหาร | 123.33 | 84.63 | 58.15 | 21.37 | 2.38 | 281.10 | 4.78 | 1.19 | 0.35 | 5.21 |
| ขท.สกลนครที่ 1 | 111.07 | 74.32 | 49.99 | 13.52 | 4.12 | 244.57 | 3.35 | 0.73 | 0.20 | 2.89 |
| ขท.สกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน) | 302.62 | 213.14 | 124.47 | 49.73 | 2.68 | 665.51 | 18.10 | 3.89 | 2.38 | 4.90 |
| ขท.หนองคาย | 159.62 | 109.75 | 63.15 | 28.61 | 2.61 | 346.70 | 9.72 | 2.47 | 2.19 | 5.03 |

## 8.4. การวิเคราะห์กิจกรรมการก่อสร้างที่สอดคล้องกับแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

ในการวิเคราะห์กิจกรรมการก่อสร้างที่สอดคล้องกับแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ในขั้นแรกจะต้องทำความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการนำงบประมาณไปเสียก่อน ดังนี้

- แผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน หมายถึง แผนงานเร่งด่วนที่ของบประมาณสำหรับการบำรุงรักษาสายทางเพื่อให้การจราจรผ่านได้ ภายหลังจากเกิดความเสียหายเนื่องจากอุบัติภัยต่าง ๆ
- แผนงานฟื้นฟู หมายถึง แผนงานที่ของบประมาณสำหรับการฟื้นฟูสายทางหลังจากทำการซ่อมบำรุงตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อให้สายทางมีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานตามปกติ

โดยในการวิเคราะห์ว่ากิจกรรมการก่อสร้างใด สอดคล้องกับการใช้งบประมาณสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูนั้น เบื้องต้นที่ปรึกษาจะทำการทบทวนจากเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

Maintenance Manual ซึ่งจัดทำโดย Washington State Department of Transport และ Disaster Damage Aids Program Overview ซึ่งจัดทำโดย Wisconsin State Department of Transport ซึ่งได้เสนอแนะหลักการของของการซ่อมบำรุงทางในสถานการณ์ภัยพิบัติไว้ดังนี้

1) การซ่อมบำรุงทางฉุกเฉินในช่วงภัยพิบัติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ใช้ทางสัญจรผ่านไปมาได้ โดยไม่ถูกตัดขาดในด้านการขนส่งหรือการให้ความช่วยเหลือ
2) การซ่อมบำรุงทางฉุกเฉิน สามารถเป็นกิจกรรมที่ช่วยบรรเทาปัญหาความรุนแรงของสถานการณ์ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นได้ เช่น การเพิ่มศักยภาพการระบายให้ระบบบายออกจากพื้นที่ได้เร็วขึ้น
3) การซ่อมบำรุงทางฉุกเฉิน จะต้องยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง โดยอาจเป็นการทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์บนถนน เพื่อให้ผู้ทางสามารถสังเกตและเฝ้าระวังอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้
4) การซ่อมบำรุงฉุกเฉิน จะต้องดำเนินการได้รวดเร็ว แม้ผลของการซ่อมบำรุงอาจจะไม่สามารถใช้ถนนได้เต็มประสิทธิภาพ ดังเช่นในสภาวการณ์ปกติ
5) การซ่อมบำรุงฉุกเฉินสามารถดำเนินการในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการพังทลายของถนน โดยอาจใช้หลักของการเสริมความแข็งแรงชั่วคราว ในบริเวณที่คาดว่าจะมีภัยพิบัติเกิดขึ้น เช่น การใช้เสาเข็มไม้เพิ่มความแข็งแรงของคันทาง ก่อนที่ระดับน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้น

จากหลักการของการซ่อมบำรุงฉุกเฉินตามที่กล่าวข้างต้น ประกอบกับการทบทวน กิจกรรมการก่อสร้าง จากสถิติที่ผ่านมาของแผนสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งได้รับอนุมัติ พบว่า กิจกรรมที่มีความสอดคล้อง มีดังนี้

1) งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ พร้อมทำหินทิ้งบริเวณพื้นสะพานที่เป็นตอม่อ
2) งานขุดรอก หรือขุดแต่งร่องระบายน้ำ
3) งานก่อสร้างสะพานเบลีย์ (Bailey Bridge)
4) งานรางระบายน้ำชั่วคราว

5) งาน Clearing and Grabbing (เพื่อรื้อถอนสิ่งกีดขวางสายทางหรือทางระบายน้ำ)
6) Sand and Earth Embankment (ชั่วคราว)
7) Earth Excavation
8) ‘งานปรับปรุงแก้ไข Soft Spot
9) ‘งานซ่อม Headwall and Endwall
10) งานติดตั้งป้ายเตือนชั่วคราว
11) งานติดตั้งปักหลักเขตอันตราย (เขตขาว-แดง)
12) งานวางกระสอบทราย
13) งานซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ
14) ขนย้ายวัสดุที่ชำรุดเสียหาย
15) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าแรงคนงาน และค่าวัสดุ

สำหรับในส่วนของแผนงานฟื้นฟูซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อซ่อมบำรุงตามแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อให้สายทางมีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานตามปกตินั้น หากพิจารณาจากบทความทางวิชาการตามที่กล่าวข้างต้น สามารถที่จะเพิ่มวัตถุประสงค์ ของการปรับปรุงสายทางเพื่อเพิ่มศักยภาพในการป้องกัน และลดความเสียของสหากเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติในลักษณะเช่นเดียวกับที่เคยเกิดขึ้นในอดีต หรืออาจกล่าวได้ว่า นอกจากจะเป็นการซ่อมบำรุงเพื่อให้ใช้งานได้ตามปกติแล้ว ยังสามารถเพิ่มเติมหรือปรับปรุง เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดในอนาคตได้อีกด้วย

จากหลักการของการซ่อมบำรุงเพื่อการฟื้นฟูสายทางตามที่กล่าวข้างต้น ประกอบกับการทบทวน กิจกรรมการก่อสร้าง จากสถิติที่ผ่านมาของแผนงานฟื้นฟู พบว่า กิจกรรมที่มีความสอดคล้อง ดังนี้

1) งาน Earth Excavation
2) งาน Clearing and Grabbing
3) งานก่อสร้างรางระบายน้ำถาวร (RC Ditch, New Rec Pipe Culvert, Head Wall, RC Manhole)
4) งานป้องกันการพังของตลิ่งและคันดิน (Concrete Slope Protection, Sodding, Plain RIP - RAP)
5) ซ่อมแซมโครงสร้างชั้นทาง (Soft Material Excavation, Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing)
6) งานซ่อมแซมผิวทางคอนกรีต
7) ยกระดับโครงสร้างชั้นทาง (Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing)

8) ก่อสร้างปรับปรุงสะพาน โดยการขยายช่วง Span
9) ก่อสร้างและปรับปรุงสะพาน โดยการยกรับความสูงพื้นสะพาน
10) ก่อสร้าง/ขยาย Box Culvert
11) บูรณะผิวทางด้วยวิธี Pavement Inplace Recycling
12) การซ่อมแซมราวกันตก ป้ายและเครื่องหมายจราจร
13) Embankment Protection
14) งานก่อสร้างและปรับปรุงทางเท้า (Side Walk)
15) งาน Termoplastic Plants
16) งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ
17) งานก่อสร้างกำแพงป้องกันตลิ่ง
18) ก่อสร้าง Plain RIP – RAP
19) งาน Traffic Management during Constuction

## 8.5. การเสนอแนะหลักเกณฑ์การนำงบประมาณไปใช้ในแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

ในการเสนอแนะหลักเกณฑ์การนำงบประมาณไปใช้ในแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ในเบื้องต้นที่ปรึกษาจะพิจารณาหลักเกณฑ์ตามวัตถุประสงค์ของการบำรุงทางในช่วงสถานการณ์ภัยพิบัติ และการซ่อมบำรุงทางภายหลังจากภัยพิบัติ ตามข้อเสนอแนะจากเอกสารทางวิชาการ Maintenance Manual ซึ่งจัดทำโดย Washington State Department of Transport และ Disaster Damage Aids Program Overview ซึ่งจัดทำโดย Wisconsin State Department of Transport ดังนี้

| เกณฑ์การพิจารณา | กิจกรรมที่สอดคล้อง |
|---|---|
| **แผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน** | |
| การซ่อมบำรุงเพื่อให้การจราจรผ่านได้ไม่ถูกตัดขาด | • งานก่อสร้างสะพานเบลีย์ (Bailey Bridge)<br>• งาน Clearing and Grabbing (เพื่อรื้อถอนสิ่งกีดขวางสายทางหรือทางระบายน้ำ)<br>• Sand and Earth Embankment (ชั่วคราว)<br>• Earth Excavation<br>• ขนย้ายวัสดุที่ชำรุดเสียหาย<br>• ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าแรงคนงาน และค่าวัสดุ |
| การซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำและบรรเทาความรุนแรงของปัญหา | • งานขุดรอก หรือขุดแต่งร่องระบายน้ำ<br>• งานรางระบายน้ำชั่วคราว<br>• งานวางกระสอบทราย<br>• งานซ่อมแซมเครื่องสูบน้ำ<br>• ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าแรงคนงาน และค่าวัสดุ |
| การยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้ทางช่วงภัยพิบัติ | • งานปรับปรุงแก้ไข Soft Spot<br>• งานติดตั้งป้ายเตือนชั่วคราว<br>• งานติดตั้งปักหลักเขตอันตราย (เขตขาว-แดง)<br>• ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าแรงคนงาน และค่าวัสดุ |

| เกณฑ์การพิจารณา | กิจกรรมที่สอดคล้อง |
|---|---|
| **แผนงานสถานการณ์ฉุกเฉิน** | |
| การซ่อมบำรุงเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเพิ่มเติมหรือขยายวงกว้างขึ้น | • งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ พร้อมทำหินทิ้งบริเวณพื้นสะพานที่เป็นตอม่อ<br>• งานซ่อม Headwall and Endwall<br>• ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าแรงคนงาน และค่าวัสดุ |
| **แผนงานฟื้นฟู** | |
| งานซ่อมบำรุงเพื่อคืนสู่สภาพปกติ | • งาน Earth Excavation<br>• งาน Clearing and Grabbing<br>• ซ่อมแซมโครงสร้างชั้นทาง (Soft Material Excavation, Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing)<br>• งานซ่อมแซมผิวทางคอนกรีต<br>• บูรณะผิวทางด้วยวิธี Pavement Inplace Recycling<br>• การซ่อมแซมราวกันตก ป้ายและเครื่องหมายจราจร<br>• งานก่อสร้างและปรับปรุงทางเท้า (Side Walk)<br>• งาน Termoplastic Plants<br>• งาน Traffic Management during Constuction |
| การเพิ่มศักยภาพเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต | • งานก่อสร้างรางระบายน้ำถาวร (RC Ditch, New Rec Pipe Culvert, Head Wall, RC Manhole)<br>• งานป้องกันการพังของตลิ่งและคันดิน (Concrete Slope Protection, Sodding, Plain RIP - RAP)<br>• ก่อสร้าง Plain RIP – RAP<br>• งานวางกล่อง Grabian ป้องกันน้ำเซาะ<br>• งานก่อสร้างกำแพงป้องกันตลิ่ง |

| เกณฑ์การพิจารณา | กิจกรรมที่สอดคล้อง |
|---|---|
| **แผนงานฟื้นฟู** | |
| การเพิ่มศักยภาพเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (ต่อ) | • ก่อสร้าง/ขยาย Box Culvert<br>• ก่อสร้างปรับปรุงสะพาน โดยการขยายช่วง Span<br>• ก่อสร้างและปรับปรุงสะพาน โดยการยกรับความสูงพื้นสะพาน<br>• Embankment Protection<br>• งานยกระดับโครงสร้างชั้นทาง (Earth Embankment, Select Matrial A, Subbase and Base Course, Asphalt Concrete Binder and Wearing) |

## 8.6. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านกายภาพและวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

### 8.6.1. ทฤษฎี และหลักเกณฑ์ทางด้านสถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

สำหรับการดำเนินงานในส่วนของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านกายภาพและวงเงินงบประมาณตามแผนสภานกรฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูซึง จะเป็นการนำเสนอทฤษฎีทางสถิติที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ซึ่งได้แก่ ทฤษฎีการวิเคราะห์ถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple regression analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นกระบวนการทางสถิติเพื่อให้ได้สมการถดถอยสำหรับทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ สิ่งทีถูกทำนายเรียกว่าตัวแปรเกณฑ์หรือตัวแปรตาม ตัวแปรทำนายคือ ตัวแปรอิสระ ในกระบวนการนี้ตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์จะมีเพียงตัวเดียว ส่วนตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทำนายจะมีกี่ตัวก็ได้ ถ้าหากมีตัวเดียว จะเรียกว่าการถดถอยอย่างง่าย (Simple regression) หากมีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะเรียกว่า การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป กับตัวแปรตาม 1 ตัว เช่น ต้องการพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ ($Y$) โดยใช้ตัวพยากรณ์ 3 ตัว ประกอบด้วย ความสนใจของผู้เรียน ($X_1$) ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ($X_2$) และคุณภาพการสอนของผู้สอน ($X_3$) เป็นต้น ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นจำนวนทั้ง 3 ตัว กับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันเช่นใด สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณจะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม ($Y$) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานรวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

**รูปแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis)**

ถ้ามีตัวแปรอิสระ k ตัว $(X_1, X_2, ..., X_k)$ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม Y โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น จะได้สมการถดถอยเชิงพหุคูณ ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ $X_1, X_2, ..., X_k$ ดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + ... + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad , \quad i = 1,2,...,n$$

เมื่อ $Y_i$ คือ ตัวแปรตาม

$X_{i1}, X_{i2}, ..., X_{ik}$ คือ ตัวแปรอิสระ

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย

$\varepsilon_i$ คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกต i

$\beta_1, \beta_2, ....., \beta_k$ เป็นสัมประสิทธ์การถดถอยเชิงส่วน (Partial regression coefficient) โดยที่ $\beta_i$ เป็นค่าที่แสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม $Y$ เมื่อตัวแปรอิสระ $X_i$ เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระ $X$ ตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่ เช่น ถ้า $X_1$ เปลี่ยนไป 1 หน่วย ค่า $Y$ จะเปลี่ยนไป $\beta_1$ หน่วย โดยที่ $X_2, X_3, ....., X_k$ มีค่าคงที่

**การตรวจสอบและเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ**

1) ความคลาดเคลื่อน $e$ เป็นตัวแปรที่มีการแจกแจงปกติ
2) ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ นั่นคือ $E(e) = 0$
3) ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า $V(e) = \sigma^2$
4) $e_i$ และ $e_j$ เป็นอิสระต่อกัน ; $i \neq j$ นั่นคือ Covariance $(e_i, e_j) = 0$
5) ตัวแปรอิสระ $X_i$ และ $X_j$ ต้องเป็นอิสระกัน

**การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยพหุคูณ**

จะประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$ ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าของสมการถดถอย โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่าง ดังนี้

ให้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของตัวอย่าง (หรือที่ประมาณ) ที่มีตัวแปรอิสระ k ตัว คือ

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k X_k$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือ ค่าประมาณเฉลี่ยของ Y ซึ่งกำหนด $X_1, X_2, ..., X_k$ มาให้ หรือ $\hat{Y}$ คือ ค่าประมาณของค่าของ

$\mu_Y(X_1, X_2, ..., X_k)$

$b_0$ คือ ค่าประมาณของ $\beta_0$

$b_j$ คือ ค่าประมาณของ $\beta_j$

ความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เขียนแทนด้วย $e_i$ กำหนดโดย

$$e_i = Y_i - [b_0 + b_1X_{i1} + b_2X_{i2} + ... + b_kX_{ik}], \quad i = 1,2,...,n$$

เรียก $e_i$ ว่า ส่วนเหลือ (residual)

**ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน**

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน อาจเรียกแบบสั้น ๆ ว่า “Standard error” หรือตัวย่อ SE หรือชื่อเต็มว่า Standard error of sample mean (SEM) ซึ่งชื่อเต็มก็คือ Standard deviation of (many) sample means หมายถึง ค่าที่แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วย รากที่สองของขนาดตัวอย่าง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีหลักการมาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรหนึ่งประชากรที่มีขนาดกลุ่มประชากรเท่ากับ N แล้วสุ่มตัวอย่างมาจำนวน k ตัวอย่าง เรียกว่า “Repeated sampling” นำแต่ละตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เรียกว่า “ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ” (Mean of the sampling means) แล้วนำค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มตัวอย่าง มาสร้างกราฟ Sampling distribution เพื่อศึกษาความกว้างแคบของฐานกราฟหรือคุณสมบัติการกระจาย ซึ่งการกระจายนี้เรียกว่า Distribution of sample means ค่าการกระจายของมันเรียกว่า Standard error (SE) นั่นเอง คุณสมบัติของการกระจายนี้นำไปใช้ประโยชน์ในวิธีการของสถิติอ้างอิงทั้งกรณีการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน (ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าต่ำ)
การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ประกอบด้วย

1) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard error of estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{est}$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนที่เหลือของ ($b_i$) การที่คะแนนสอบจริง ($Y$) คะแนนพยากรณ์ ($Y'$) ไม่เท่ากันแสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันมาก ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) ก็จะมีค่ามากถ้าใกล้เคียงกันก็มีค่าน้อย
2) การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย(Standard error of bcoefficients) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{bi}$ เป็นค่าที่สามารถคำนวณได้หลายวิธี

**การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอย**

การทดสอบสัมประสิทธิ์ $\beta_j$ ของตัวแปรอิสระ $X_j$ เป็นการทดสอบที่ช่วยตรวจสอบคุณค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่อยู่ในรูปแบบการถดถอย โดยการทดสอบว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม $Y$

1) การทดสอบ $\beta_0 = 0$

เป็นการทดสอบว่าระยะการตัดแกน $Y$ แตกต่างจากศูนย์หรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน

$H_0 : \beta_0 = 0$

$H_0 : \beta_0 \neq 0$

สถิติสำหรับการทดสอบ คือ

$$t = \frac{b_0}{S_{b_0}} = \frac{b_0}{\sqrt{S^2_{Y|12\ldots k}.C_{00}}}$$

การแจกแจง $t$ มีองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $n-k-1$ จะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า ถ้าปฏิเสธ $H_0$ การแสดงว่าระยะตัดแกน $Y$ ไม่เท่ากับศูนย์

2) การทดสอบ $\beta_j = 0$

การทดสอบ $\beta_j, j = 1, 2, \ldots, k$ เป็นการทดสอบว่าตัวแปรอิสระ $X_j$ แต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับ $Y$ หรือไม่โดยกำหนดตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เหลือมีค่าคงที่ หรือเป็นการยืนยันว่าการเพิ่มตัวแปรอิสระ $X_j$ จะทำให้เพิ่มอำนาจให้กับสมการถดถอยหรือไม่ ขณะที่มีตัวแปรอิสระอื่นๆ อยู่ในสมการถดถอยแล้ว โดยตั้งสมติฐาน

$H_0 : \beta_0 = 0$

$H_0 : \beta_1 \neq 0$

สถิติสำหรับการทดสอบ คือ

$$t = \frac{b_j}{S_{bj}} = \frac{b_j}{\sqrt{S^2_{Y|12\ldots k}.C_{jj}}}$$

จะปฏิเสธ $H_0$ ถ้า $|t| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-k-1}$ ถ้าจะปฏิเสธ $H_0$ แสดงว่า $X_j$ มีกับ $Y$ หรือการเปลี่ยนแปลงของ $X_j$ มีอิทธิพลต่อค่า Y สมควรที่ $X_j$ จะอยู่ในสมการถดถอย

**สัมประสิทธิ์การตัดสินใจพหุคูณ (Coefficient of multiple determination)**

การแบ่งส่วนผลบวกกำลังสองในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เหมือนกันกับการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย กล่าวคือ ผลบวกทั้งหมดของเบี่ยงเบนกำลังสองของตัวแปร Y จากค่าเฉลี่ย $\bar{Y}$ หรือ Total sum of squared deviation เขียนแทนด้วย SST ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Sum of squared due fo regression เขียนแทนด้วย SSR และ Sum of squared fo regression หรือ Deviation due fo error เขียนแทนด้วย SSE นั่นคือ

$$\sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2 = \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2$$

$$SST = SSR + SSE$$

$SST$ มีองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $n-1$ $SSR$ มีองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ k

$SSE$ มีองศาแห่งความเป็นอิสระเท่ากับ $n-k-1$ และส่วนแบ่งขององศาแห่งความเป็นอิสระ ดังนี้

$$(n-1) = (k) + (n-k-1)$$

เช่นเดียวกับกรณีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของการถดถอยพหุคูณ เท่ากับอัตราส่วนระหว่าง SSR และ SST นั้นคือ

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

การคำนวณหาค่า $R^2$

จากการแบ่งส่วนผลบวกกำลังสอง

$$SST = SSR + SSE$$

หรือ $$\sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2 = \sum (\hat{Y} - \bar{Y})^2 + \sum (Y_i - \hat{Y}_1)^2$$

$$\sum (Y_i - Y_1)^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = YY - \frac{(\sum Y)^2}{n} = SST$$

จาก $$SSE = YY - bXY$$

$$SSR = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 + (Y_i - \hat{Y})^2$$

$$= YY - \frac{\sum Y^2}{n} - [YY - bXY]$$

$$= bXY - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$R^2 = \frac{b'X'Y - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{Y'Y - \frac{(\sum Y)^2}{n}}$$

เมื่อ $b'XY = b_0 \sum Y + b_1 \sum X_1 Y + b_2 \sum X_2 Y + \ldots + b_k \sum X_k Y$

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจพหุคูณ $R^2$ คือสัดสวนความแปรผันทั้งหมด ของ $Y$ ที่อธิบายโดยความแปรผันในตัวตัวแปรอิสระ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ หรือสัดส่วนของความแปรผันทั้งหมดของ $Y$ ที่อธิบายโดยความสัมพันธ์ระหว่าง $Y$ และ $X_1, X_2, \ldots, X_k$ ความหมาย $R^2$ ในการถดถอยอย่างง่ายจะสมมูลกับ $R^2$ การถดถอยพหุคูณ ค่า $R^2$ อยู่ระหว่าง 0 และ 1 ถ้าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรตาม $Y$ และตัวแปรอิสระที่ใช้ในสมการถดถอยแล้ว $R^2 = 0$ ถ้าสมการถดถอยที่ประมาณได้เหมาะสมกับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ และสามารถใช้ประมาณหรือพยากรณ์ค่า $Y$ ได้ถูกต้องโดยแท้

โดยทั่วไปค่า $R^2$ จะสูงขึ้น เมื่อมีตัวแปรอิสระเพิ่มเข้ามาในสมการถดถอยพหุคูณ เหตุผลคือเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระในสมการถดถอย ค่า SST ไม่เปลี่ยนแปลง แต่โดยทั่วไป SSR จะสูง และ SSE จะต่ำลง ดังนั้น $R^2$ จึงมีค่าสูงขึ้น การเพิ่มตัวแปรอิสระอาจไม่ช่วยให้มีนัยสำคัญ ที่จะอธิบายตัวแปรตาม $Y$ การเพิ่มตัวแปรอิสระในสมการถดถอยสำหรับจุดประสงค์เพื่อให้ $R^2$ มีค่าสูงขึ้น มักมีผลทำให้ตัวแปรอิสระจำนวนมากเกินไปในสมการการถดถอย และอาจจะทำให้สมการถดถอยมีรูแบบเลวลงแทนที่จะดีขึ้น จึงอาจพบว่าการเลือกรูปแบบที่มีค่า $R^2$ ต่ำกว่าเล็กน้อยอาจได้รูปแบบที่ดีกว่า

เพื่อป้องกันปัญหานี้ เราสามารถใช้ *Adjusted* $R^2$ เป็นค่าวัดรูปแบบเหมาะสมกับข้อมูลอย่างไร โดยการนำองศาแห่งความเป็นอิสระมาพิจารณาด้วย คำนวณจากสูตร

$$Adjusted\ R^2 = 1 - \frac{(SSE)/(n-k-1)}{(SST)/(n-1)}$$

เมื่อ n ใหญ่ ค่า $R^2$ จะใกล้เคียงกับค่า *Adjusted* $R^2$ ค่า *Adjusted* $R^2$ อาจจะลดลงเมื่อเพิ่มตัวแปรอิสระในสมการถดถอย ทั้งนี้เพราะแม้ว่า SSE จะลดลงเสมอ แต่การลดลงอาจชดเชยด้วยองศาแห่งความเป็นอิสระ $(n-k-1)$

**สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Coefficient of multiple correlation)**

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เขียนแทนด้วย $R$ คือ ค่าวัดระดับความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรตาม $Y$ และตัวแปรอิสระทั้งหมดรวมกัน มีค่าเท่ากับรากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจพหุคูณ

$$R = \sqrt{R^2}$$

$R$ มีค่าเป็นบวกเสมอ คือ $0 \le R \le 1$ ถ้า $R = 1$ หมายถึงมีความสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ และ 0 หมายถึงไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระทั้งหมด

**สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน (Partial correlation coefficient)**

รากที่สองของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจบางส่วน เรียกว่า **สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน** กำหนดเครื่องหมายบวกหรือลบตามสัมประสิทธิ์การถดถอยที่สอดคล้องกัน ในสมการที่ประมาณ
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วน เป็นค่าวัดระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรตาม $Y$ และตัวแปรอิสระ $X$ หนึ่งตัว โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆ คงที่
ในกรณีมีตัวแปรตาม $Y$ ตัวแปรอิสระ $X_1, X_2, ..., X_k$ เขียนสัญลักษณ์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนได้ดังนี้

$r_{Y2.1}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง $Y$ กับ $X_2$ กำหนดให้ $X_1$ คงที่

$r_{Y1.23}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง $Y$ กับ $X_1$ กำหนดให้ $X_2$ และ $X_3$ คงที่

$r_{Y2.134}$ = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บางส่วนระหว่าง $Y$ กับ $X_2$ กำหนดให้ $X_2, X_3$ และ $X_4$ คงที่

**ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนและทดสอบ F**

การทดสอบ **F (F - test)** จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน **(ANOVA table)** เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบ $H_0 : \beta_1 = 0$ สำหรับค่าสถิติ **SST , SSR** และ **SSE** คำนวณได้จากสูตร

$$SST = \sum Y^2 - \frac{\sum Y^2}{n}$$

$$SSR = b'X'Y - \frac{\sum Y^2}{n}$$

$SSE = Y'Y - b'X'Y$ หรือ $SSE = SST - SSR$

สร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนได้ดังนี้

**ตารางที่ 8.6-1** *ANOVA* สำหรับการถดถอย

| แหล่งของความแปรผัน (Source of variation) | ผลบวกกำลังสอง (Sum of square) | องศแห่งความเป็นอิสระ DF | กำลังสองเฉลี่ย (Mean square) MS | F |
|---|---|---|---|---|
| การถดถอย (Regression) | SSR | K | $MSR = \frac{SSR}{k}$ | $F = \frac{MRS}{MSE}$ |
| ความคลาดเคลื่อน (error) | SSE | n – k - 1 | $MSR = \frac{SSE}{n-k-1}$ | |
| รวม (total) | SST | n - 1 | | |

**ข้อสังเกต** การทดสอบ $F$ ในสมการถดถอยพหุคูณ ผลสรุปอาจไม่สอดคล้องการทดสอบ $t$ เหมือนสมการถดถอยอย่างง่าย ทั้งนี้เพราะการทดสอบ $t$ สำหรับ $\beta_j, j = 1,2,...$ ต้องการดูความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระตัวใดตัวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับ $Y$ โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เหลือมีค่าคงที ส่วนการทดสอบ $F$ หรือการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นการทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระทุกตัวรวมกัน มีความสัมพันธ์กับ $Y$ หรือไม่ จึงให้ผลอาจจะแตกต่างกัน

**วิธีเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย**

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการเพื่อให้สมการสมารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้สูงสุด มีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี ในที่นี้จะได้นำเสนอ 4 วิธี ดังนี้

1) วิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า (Enter selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยใช้วิจารณญาณของผู้วิจัยเองว่าจะคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ใดบ้างเข้าสมการ เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์มาศึกษา เมื่อคัดเลือกและเก็บข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อนและใช้สถิติพื้นฐานโดยเฉพาะค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์และระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันในการคัดเลือกควรคัดเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมาก ๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์มีค่าสูง ๆ และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันมีค่าน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคัดเลือกแล้วจะใช้ตัวแปรพยากรณ์ทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์พร้อม ๆ กันทุกตัวแปรเข้าสมการหมด
2) วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อน ส่วนตัวแปรที่เหลือจะมีการคำนวณหาสหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial correlation) โดยเป็นความสัมพันธ์เฉพาะตัวแปรที่เหลือตัวนั้นกับตัวแปรตาม โดย

ขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ออก ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำเข้าสมการต่อไป จะทำแบบนี้จนกระทั่งสหสัมพันธ์แบบแยกส่วนระหว่างตัวแปรอิสระที่ไม่ได้นำเข้าสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดเลือกและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

3) วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward selection) วิธีการนี้เป็นการนำตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมดเข้าสมการจากนั้นก็จะค่อย ๆ ขจัดตัวแปรพยากรณ์ออกทีละตัว โดยจะหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดตัวแปรพยากรณ์อื่น ๆ ออกแล้ว หากทดสอบค่าสหสัมพันธ์แล้วพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะขจัดออกจากสมการแล้วดำเนินการทดสอบตัวแปรที่เหลืออยู่ในสมการต่อไปจนกระทั่งสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ แต่ละตัวกับตัวแปรตามเมื่อขจัดตัวแปรอิสระอื่น ๆ ออกแล้วพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติก็จะหยุดการคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise selection) การคัดเลือกแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ทั้งแบบก้าวหน้าและแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน ในขั้นแรกจะเลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อนจากนั้นก็จะทดสอบตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการว่ามีตัวแปรใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่ในการสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า (Forward selection) และขณะเดียวกันก็จะทดสอบตัวแปรที่อยู่ในสมการด้วยว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการตัวใดมีโอกาสที่จะถูกขจัดออกจากสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward selection) โดยจะกระทำการคัดเลือกผสมทั้งสองวิธีนี้ในทุกขั้นตอนจนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดที่ถูกคัดออกจากสมการและไม่มีตัวแปรใดที่จะถูกนำเข้าสมการกระบวนการก็จะยุติและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

### 8.6.2. การทดสอบระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปัจจัยทางด้านกายภาพกับวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

ในการทดสอบ ระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปัจจัยทางด้านกายภาพกับวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู จะกำหนดให้ตัวแปรตาม คือ วงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูของปีปัจจุบัน ในขณะที่ตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (ทั้งประเทศ) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (ทั้งประเทศ) ค่าเฉลี่ยของร้อยละของปริมาตรน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (ทั้งประเทศ) มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภัยพิบัติในแต่ละปี (ข้อมูลจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย) และ ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความขรุขระสากล หรือ IRI ของสายทางทั้งประเทศ ซึ่งในการทดสอบจะใช้โปรแกรมทางด้านสถิติ SPSS วิเคราะห์เพื่อหาค่า Person Correlation หรือระดับ ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระแต่ละตัว

สำหรับผลการทดสอบระดับความสัมพันธ์ ระหว่างวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู กับตัวแปรอิสระ โดยใช้สถิติข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2556-2562 สามารถแสดงได้ดัง**ตารางที่ 8.6-2** และ**ตารางที่ 8.6-3** ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ในกรณีของวงเงินงบประมาณฉุกเฉินนั้น จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี และค่าเฉลี่ยของร้อยละของปริมาตรน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำ เนื่องมาจากมีค่าสัมบูรณ์ของ Person Correlation มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ในขณะที่วงเงินงบประมาณฉุกเฉินจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี และค่า IRI เฉลี่ยของสายทางทั้งประเทศ เนื่องมาจากมีค่าสัมบูรณ์ของ Person Correlation มากกว่า 0.5 ขึ้นไปเช่นกัน

**ตารางที่ 8.6-2** ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของวงเงินงบประมาณแผนงานฉุกเฉินกับปัจจัยทางกายภาพ

**Correlations**

| | | งบฉุกเฉิน | ฝน | น้ำท่า | %น้ำในอ่าง | ความเสียหาย | IRI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| งบฉุกเฉิน | Pearson Correlation | 1 | .844* | .911** | -.747 | -.419 | -.058 |
| | Sig. (2-tailed) | | .017 | .004 | .054 | .349 | .914 |
| | N | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

**ตารางที่ 8.6-3** ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของวงเงินงบประมาณแผนงานฟื้นฟูกับปัจจัยทางกายภาพ

**Correlations**

| | | งบฟื้นฟู | ฝน | น้ำท่า | %น้ำในอ่าง | ความเสียหาย | IRI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| งบฟื้นฟู | Pearson Correlation | 1 | .744* | .611** | -.247 | -.321 | -.714 |
| | Sig. (2-tailed) | | .087 | .094 | .354 | .549 | .072 |
| | N | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 4 |

### 8.6.3. สมการความสัมพันธ์การคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

จากผลการทดสอบ การทดสอบระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรจากปัจจัยทางด้านกายภาพกับวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ตามรายละเอียดที่กล่าวไว้ใน**หัวข้อที่ 8.6.2** จะเห็นได้ว่า วงเงินงบประมาณฉุกเฉิน (ตามแผนความต้องการ) จะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี และค่าเฉลี่ยของร้อยละของปริมาตรน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำ ในขณะที่ วงเงินงบประมาณฉุกเฉินจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี และ ค่า IRI เฉลี่ยของสายทางทั้งประเทศ ดังนั้นเมื่อนำทำการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการถดถอยแบบพหุคูณด้วยการแก้ปัญหา multicollinearity และการคัดเลือกตัวแปร จะสามารถสร้างสมการความสัมพันธ์ ระหว่าง วงเงินงบประมาณฉุกเฉิน และวงเงินงบประมาณฟื้นฟูกับปัจจุบันทางกายภาพได้ดังนี้

$$EP = \{-10,190,943.261 + (188,329.061 \times Rain) + (446.961 \times Runoff) - (2,193,900.358 \times Res)\}/1,000,000$$

$$RP = \{-4,252,006,699.8 + (21,226.297 \times Rain) + (35,186.575 \times Runoff) + (567,110,000 \times IRI)\}/1,000,000$$

เมื่อ EP คือ งบประมาณฉุกเฉินคาดการณ์ (ล้านบาท)
RP คือ งบประมาณฟื้นฟูคาดการณ์ (ล้านบาท)
Rain คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีทั้งประเทศ (มิลลิเมตร)
Runoff คือ ปริมาณน้ำท่ารวมทั้งประเทศ (ล้าน ลบ.ม.)
Res คือ ค่าเฉลี่ยของร้อยละของปริมาตรน้ำคงเหลือในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (ร้อยละ)
IRI คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระสากลเฉลี่ยของทางหลวงทั้งประเทศ (ม./กม.)

หลังจากสร้างสมการความสัมพันธ์ ระหว่าง งบประมาณแผนงานฉุกเฉินและฟื้นฟู ตามที่กล่าวข้างต้นได้แล้ว ทางที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบกับข้อมูลในอดีต ซึ่งการทดสอบจะดำเนินการเฉพาะงบประมาณฟื้นฟูเท่านั้น ส่วนงบประมาณฉุกเฉินที่ถูกนำมาใช้จริงในแต่ละปี จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าคงที่คือปีละประมาณ 200 ล้านบาท ทำให้ไม่สามารถนำมาทดสอบได้ โดยผลการทดสอบสามารถสรุปได้**ดังตารางที่ 8.6-4** ซึ่งจะเห็นได้ว่า หากพิจารณาทุกปีที่ทำการทดสอบ ร้อยละความแตกต่างระหว่างงบประมาณจริงกับการใช้สมการในการคาดการณ์ จะเท่ากับ 191.14 แต่หากไม่นำผลการวิเคาะห์ในปี พ.ศ. 2561 มาพิจารณา เนื่องจากมีการใช้งบประมาณฟื้นฟูต่ำกว่าปกติ จะมีร้อยละของความแตกต่างระหว่างงบประมาณจริงกับการใช้สมการในการคาดการณ์ เท่ากับ 14.17

**ตารางที่ 8.6-4** ผลการทดสอบสมการการคาดการณ์งบประมาณฟื้นฟู

| ปี พ.ศ. | งบประมาณจริง (ล้านบาท) | ผลคาดการณ์จากสมการ (ล้านบาท) | ร้อยละความแตกต่าง |
|---|---|---|---|
| 2557 | 4,068.85 | 4,094.02 | 0.62% |
| 2558 | 4,038.35 | 3,335.33 | 17.41% |
| 2559 | 4,063.62 | 4,907.49 | 20.77% |
| 2560 | 4,117.16 | 3,381.06 | 17.88% |
| 2561 | 483.28 | 4,828.06 | 899.02% |
| **ค่าเฉลี่ย** | | | 191.14% |
| **ค่าเฉลี่ย (ไม่พิจารณาข้อมูล ปี พ.ศ. 2561)** | | | 14.17% |

### 8.6.4. หลักเกณฑ์การวิเคราะห์แนวโน้มของปัจจัยทางด้านกายภาพที่สะท้อนถึงระดับความรุนแรงของภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

สมการความสัมพันธ์การคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ตามที่กล่าวไว้ใน**หัวข้อที่ 8.6.3** จะเห็นได้ว่า หากต้องการคาดการณ์งบประมาณแผนงานฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้าจำเป็นที่จะต้อง วิเคราะห์แนวโน้มของปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าด้วย ซึ่งหลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์นั้น ทางที่ปรึกษาจะใช้วิธี Moving Average มาใช้ ซึ่งวิธีการนี้ เป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative methods) ที่จะนำข้อมูลในอดีตมาใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต โดยสามารถแสดงในรูปของสมการได้ดังนี้

$$FV = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mathrm{RV}_i}{n}$$

เมื่อ $FV$ คือ ค่าพยากรณ์ในปีอนาคต

$RV_i$ คือ ข้อมูลในปัจจุบัน/ข้อมูลในอดีต

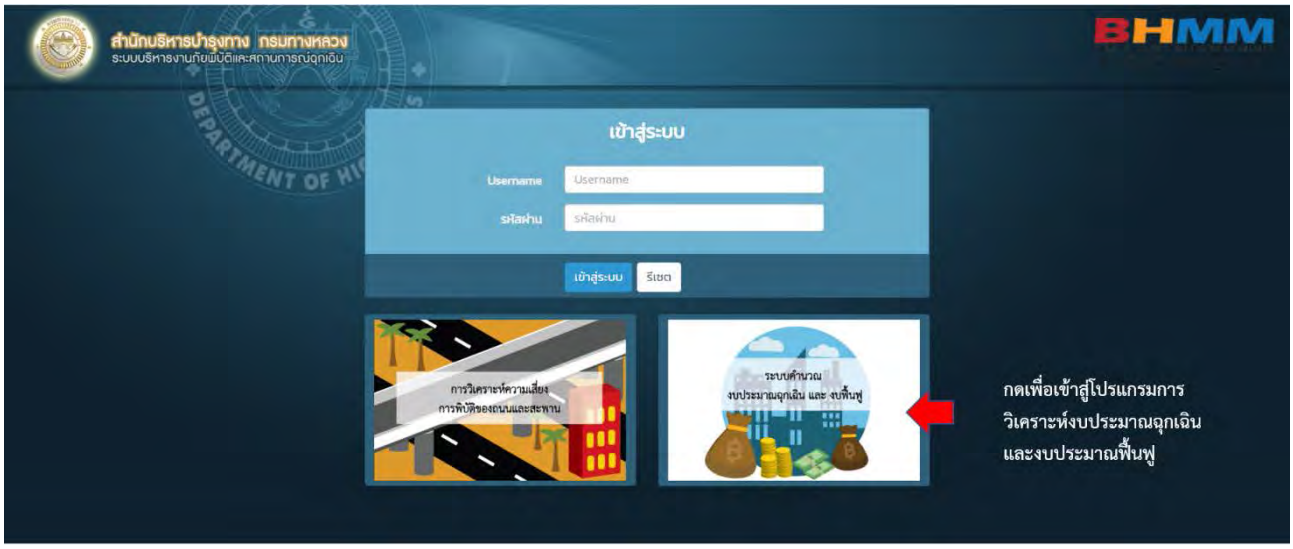
n คือ จำนวนข้อมูลในอดีตที่นำมาใช้คาดการณ์ข้อมูลในปีอนาคต

สำหรับในกรณีของการคาดการณ์แนวโน้มของปัจจัยทางด้านกายภาพที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ของการศึกษาครั้งนี้ ทางที่ปรึกษาจะใช้ข้อมูลปัจจุบันและข้อมูลในอดีตจำนวนทั้งหมด 3 ปี มาทำการวิเคราะห์

## 8.7. โปรแกรมวิเคราะห์วงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

จากแนวทางการวิเคราะห์คการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางด้านกายภาพและวงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ทางที่ปรึกษาสามารถนำมาจัดทำโปรแกรมการวิเคราะห์วงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

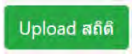
1) ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานโปรแกรม ในหน้าจอการ Login เข้าสู่ระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2 ดังแสดงใน**รูปที่ 8.7-1**



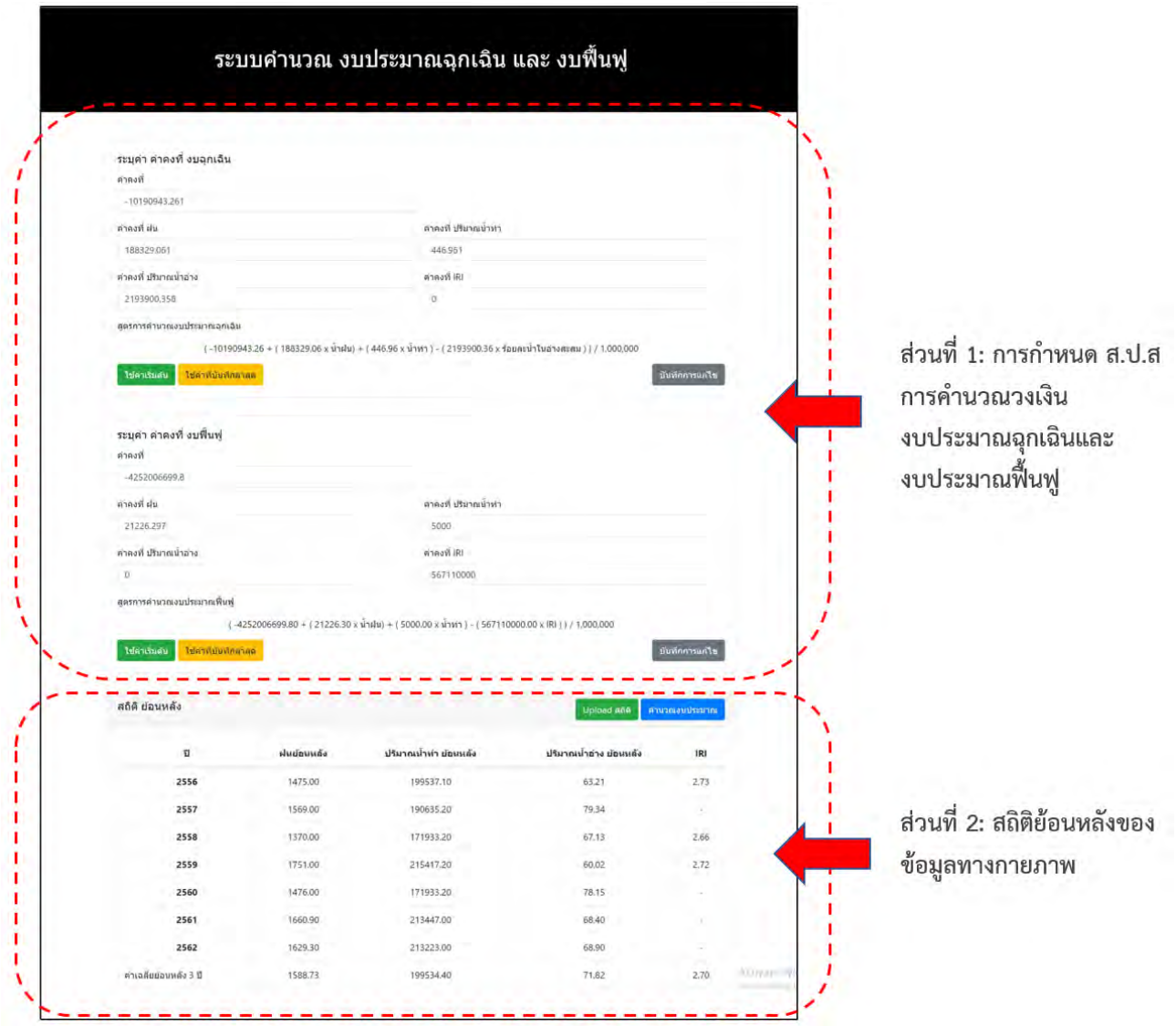

**รูปที่ 8.7-1** การเข้าสู่โปรแกรมการวิเคราะห์วงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู

2) เมื่อเข้าสู่โปรแกรม จะปรากฏหน้าจอ ดังแสดงใน**รูปที่ 8.7-2** ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ส่วน ดังนี้

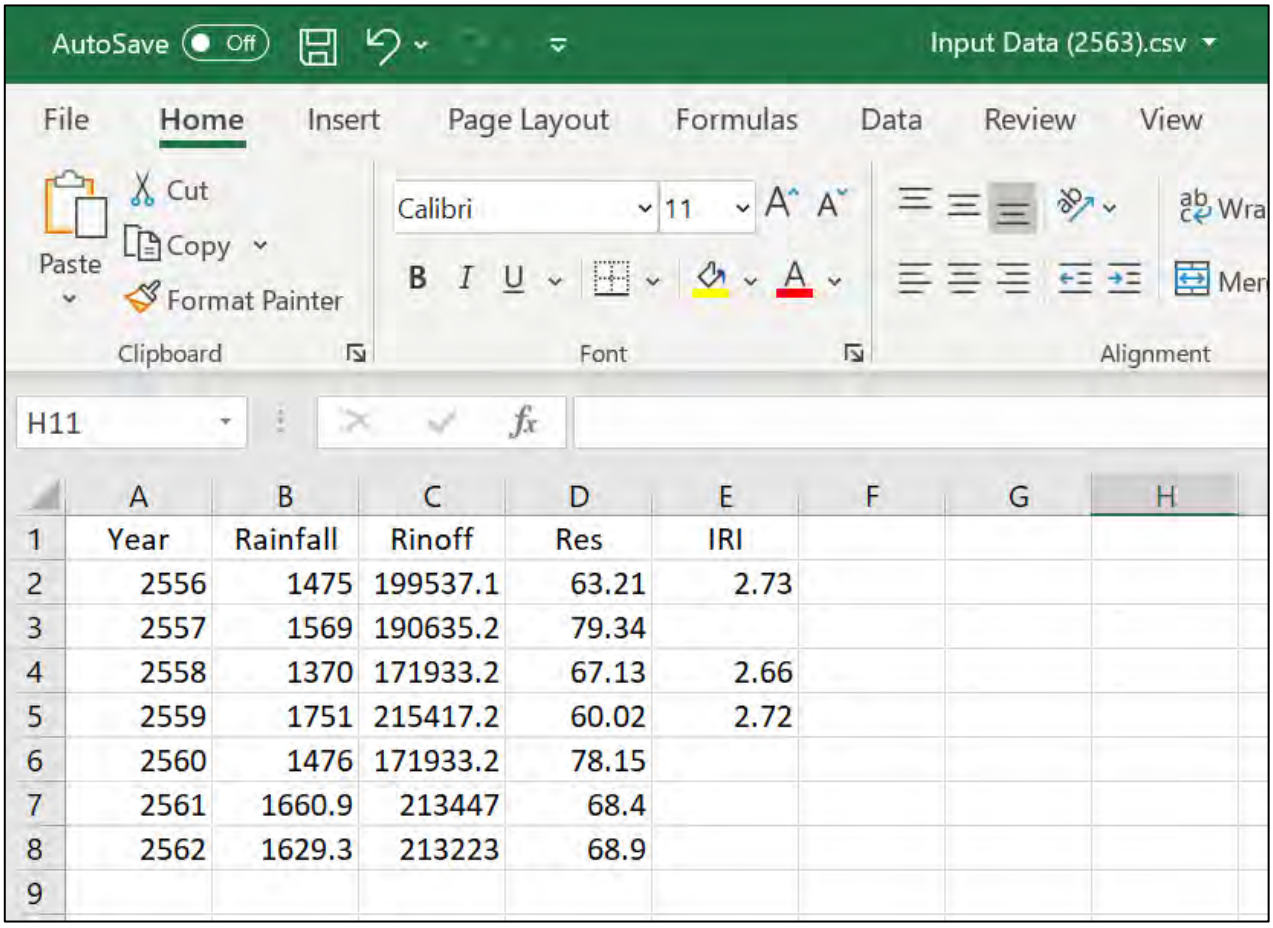
- **ส่วนที่ 1:** การกำหนดสัมประสิทธิ์ สำหรับการคำนวณวงเงินงบประมาณฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู โดยระบบจะแสดงข้อมูลสัมประสิทธิ์เริ่มต้น ทั้งในส่วนของค่าคงที่ และสัมประสิทธิ์ที่นำมาคูณกับปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ตามผลการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถแก้ไข สัมประสิทธิ์ที่ต้องการนำมาใช้ในการคำนวณได้ และถ้าหากต้องการบันทึกสัมประสิทธิ์หรือค่าคงที่ที่ทำการแก้ไข ให้กดปุ่ม บันทึกการแก้ไข หรือหากกลับไปใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตั้งต้นของโปรแกรม ให้กดปุ่ม ใช้ค่าเริ่มต้น ระบบจะคืนค่าสัมประสิทธิ์ตั้งต้น มาใช้ในการคำนวณ ส่วนปุ่ม ใช้ค่าที่บันทึกล่าสุด จะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเรียกค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้แก้ไขและบันทึกไว้ล่าสุดมาทำการคำนวณ

- **ส่วนที่ 2:** ข้อมูลสถิติ จะเป็นการนำเข้าข้อมูลสถิติของปัจจัยทางกายภาพ พร้อมทั้งแสดงผลข้อมูลสถิติของปัจจัยทางกายภาพที่ได้นำเข้าและบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งหากผู้ใช้ต้องการนำเข้าข้อมูลสถิติให้จัดเตรียมไฟล์นำเข้าในรูปแบบ CSV file ดังแสดงใน**รูปที่ 8.7-3** จากนั้นให้กดปุ่ม  จะปรากฏหน้าจอการนำเข้าข้อมูล CSV file ที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งหากผู้ใช้นำเข้าข้อมูลเรียบร้อย ระบบจะแสดงรายละเอียดข้อมูลสถิติให้เห็นผ่านทางหน้าจอ

3) ภายหลังจากกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณงบประมาณฉุกเฉินและงบประมาณฟื้นฟูตลอดจนนำเข้าข้อมูลสถิติของปัจจัยทางกายภาพแล้วเสร็จ ให้ผู้ใช้กดปุ่ม โดยระบบจะทำการคำนวณงบประมณฉุกเฉินและงบประมาณฟื้นฟูในปีถัดไป ให้ดังแสดงใน**รูปที่ 8.7-4** อย่างไรก็ตามสำหรับในกรณีของงบประมาณฉุกเฉินนั้น หากระบบทำการคำนวณแล้วได้ผลลัพธ์ที่น้อยกว่า 200 ล้านบาท ระบบจะแสดงค่างบประมาณที่ใช้เท่ากับ 200 ล้านบาท พร้อมผลการคำนวณจริงที่เกิดขึ้น ดังแสดงใน**รูปที่ 8.7-5**

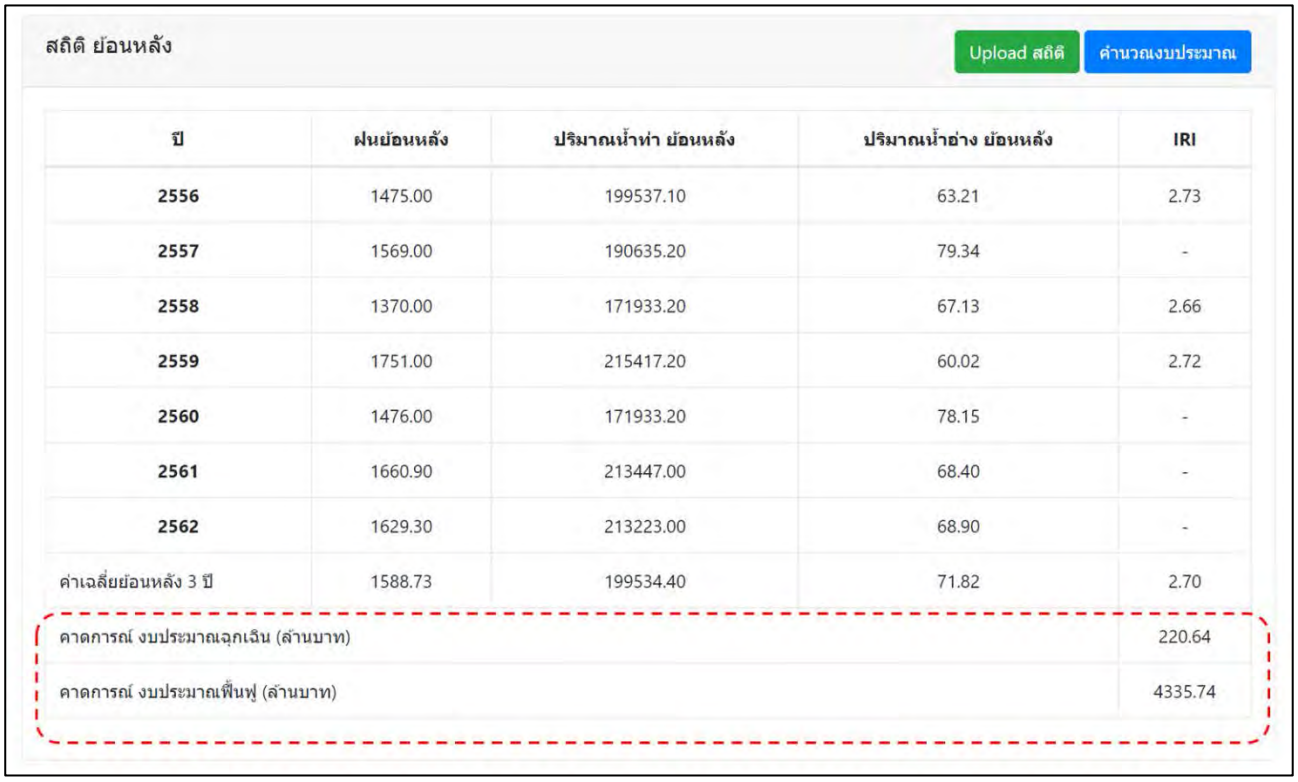



**รูปที่ 8.7-2** หน้าจอโปรแกรมการวิเคราะห์วงเงินงบประมาณตามแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟู




| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Year | Rainfall | Rinoff | Res | IRI | | | |
| 2 | 2556 | 1475 | 199537.1 | 63.21 | 2.73 | | | |
| 3 | 2557 | 1569 | 190635.2 | 79.34 | | | | |
| 4 | 2558 | 1370 | 171933.2 | 67.13 | 2.66 | | | |
| 5 | 2559 | 1751 | 215417.2 | 60.02 | 2.72 | | | |
| 6 | 2560 | 1476 | 171933.2 | 78.15 | | | | |
| 7 | 2561 | 1660.9 | 213447 | 68.4 | | | | |
| 8 | 2562 | 1629.3 | 213223 | 68.9 | | | | |
| 9 | | | | | | | | |

**รูปที่ 8.7-3** รูปแบบของ CSV file ข้อมูลสถิติของปัจจัยทางกายภาพที่นำมาใช้ในการคำนวณงบประมาณฉุกเฉินและฟื้นฟู

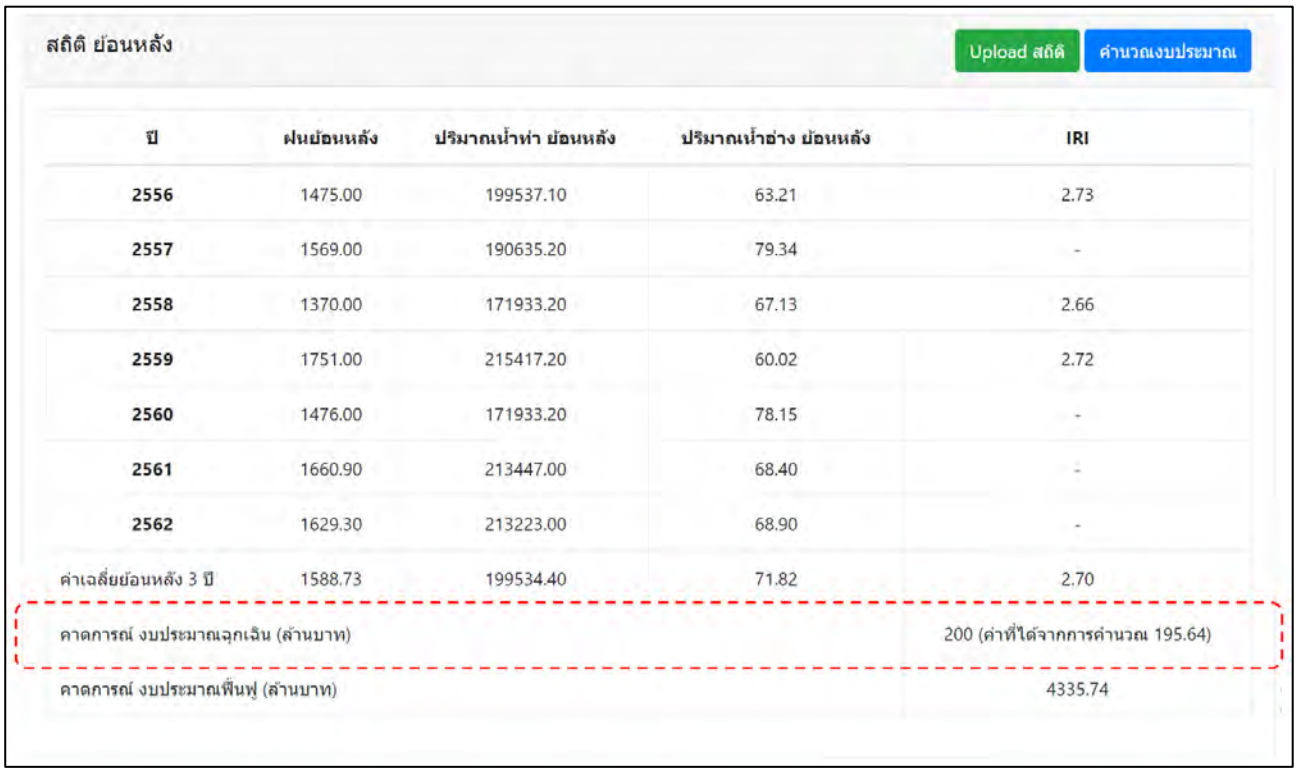


สถิติ ย้อนหลัง

Upload สถิติ | คำนวณงบประมาณ

| ปี | ฝนย้อนหลัง | ปริมาณน้ำท่า ย้อนหลัง | ปริมาณน้ำฮ่าง ย้อนหลัง | IRI |
|---|---|---|---|---|
| 2556 | 1475.00 | 199537.10 | 63.21 | 2.73 |
| 2557 | 1569.00 | 190635.20 | 79.34 | - |
| 2558 | 1370.00 | 171933.20 | 67.13 | 2.66 |
| 2559 | 1751.00 | 215417.20 | 60.02 | 2.72 |
| 2560 | 1476.00 | 171933.20 | 78.15 | - |
| 2561 | 1660.90 | 213447.00 | 68.40 | - |
| 2562 | 1629.30 | 213223.00 | 68.90 | - |
| ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปี | 1588.73 | 199534.40 | 71.82 | 2.70 |
| คาดการณ์ งบประมาณฉุกเฉิน (ล้านบาท) | | | | 220.64 |
| คาดการณ์ งบประมาณฟื้นฟู (ล้านบาท) | | | | 4335.74 |

**รูปที่ 8.7-4** การแสดงผลการคำนวณงบประมาณฉุกเฉินและงบประมาณฟื้นฟูล่วงหน้า



สถิติ ย้อนหลัง

Upload สถิติ | คำนวณงบประมาณ

| ปี | ฝนย้อนหลัง | ปริมาณน้ำท่า ย้อนหลัง | ปริมาณน้ำฮ่าง ย้อนหลัง | IRI |
|---|---|---|---|---|
| 2556 | 1475.00 | 199537.10 | 63.21 | 2.73 |
| 2557 | 1569.00 | 190635.20 | 79.34 | - |
| 2558 | 1370.00 | 171933.20 | 67.13 | 2.66 |
| 2559 | 1751.00 | 215417.20 | 60.02 | 2.72 |
| 2560 | 1476.00 | 171933.20 | 78.15 | - |
| 2561 | 1660.90 | 213447.00 | 68.40 | - |
| 2562 | 1629.30 | 213223.00 | 68.90 | - |
| ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปี | 1588.73 | 199534.40 | 71.82 | 2.70 |
| คาดการณ์ งบประมาณฉุกเฉิน (ล้านบาท) | | | | 200 (ค่าที่ได้จากการคำนวณ 195.64) |
| คาดการณ์ งบประมาณฟื้นฟู (ล้านบาท) | | | | 4335.74 |

**รูปที่ 8.7-5** ตัวอย่างการแสดงผลการคำนวณงบประมาณฉุกเฉินหากค่าที่คำนวณได้ต่ำกว่า 200 ล้านบาท

# บทที่ 9
# การวิเคราะห์แนวทางคาดการณ์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพาน

## 9. การวิเคราะห์แนวทางการคาดการณ์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพาน

### 9.1. ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพิบัติของถนน

ในการศึกษาทบทวนทฤษฎีและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องของการพิบัติของถนน ที่ปรึกษาได้ทำการทบทวนตั้งแต่ทฤษฎีการพังทลายของเชิงลาด (Slope Failure) จากนั้นจะเป็นการทบทวนผลการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพิบัติของถนน อันเนื่องมาจากปัญหาน้ำท่วม ซึ่งรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

#### 9.1.1. การพังทลายของเชิงลาด (Slope Failure)

##### 9.1.1.1. รูปแบบการพังทลายการ

หินที่ผุพังและดินที่เกิดขึ้นอยู่กับที่ งานคันดินถม หรืองานขุดดิน อาจเสียสมดุลทำให้เกิด การเคลื่อนที่ของมวลหินหรือมวลดิน ได้ การเสียสมดุลอาจเกิดเองตามธรรมชาติ เช่น ฝนตกหนัก ทำให้น้ำในดินเพิ่มซึ่งเป็นการเพิ่มน้ำหนักกระทำให้แก่ดินจนสูญเสียเสถียรภาพนอกจากนี้ การ กระทำของมนุษย์ก็ทำให้เกิดการเสียสมดุลได้เช่นกัน ที่เกิดขึ้นมากก็คือการเปลี่ยนแปลงความ ลาดชันของดินในการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างถนน เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ปรากฏการณ์นี้อาจเรียกว่าการเคลื่อนที่ของมวล แต่ในทางวิศวกรรมโยธานิยมเรียกว่า การพังทลายของเชิงลาด ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะการพังทลายโดยละเอียดได้ 7 ลักษณะคือ

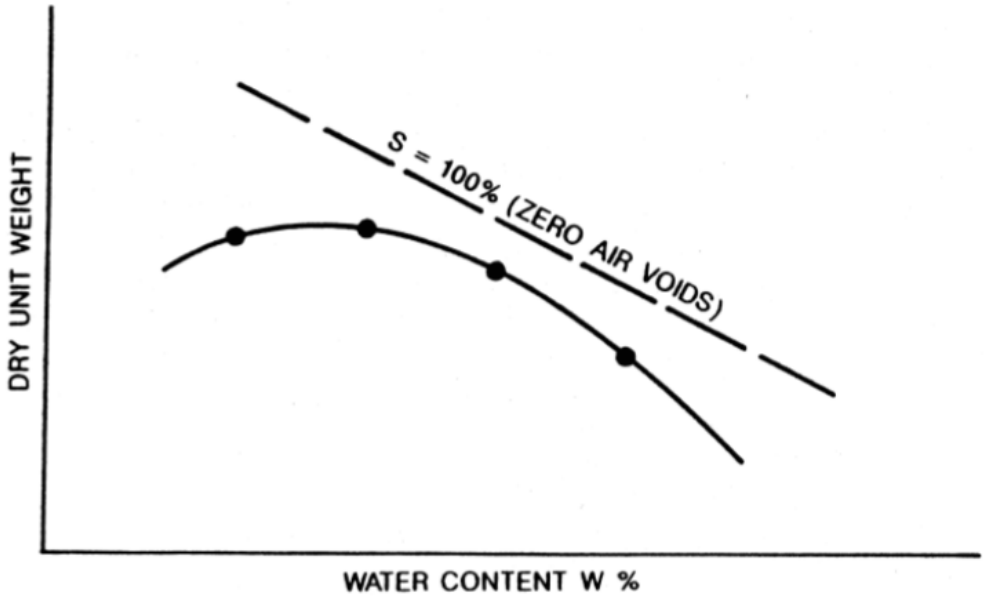
1) การตก (Fall)
2) การล้ม (Topple)
3) การเลื่อนแบบหมุน (Rotational slide) หรือ การยุบตัว (Slump)
4) การเลื่อนไถล (Translational slide)
5) การกระจายออกด้านข้าง (Lateral spreading)
6) การไหล (Flow)
7) การถล่มเคลื่อนตัว (Avalance)

แต่หากถ้าพิจารณาลักษณะของการพังทลายที่เกิดจากสาเหตุของน้ำท่วม พบว่า การพังทลายในลักษณะของการไหล เกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งการพังลายในลักษณะนี้ เกิดจากการไหลของวัสดุที่มีทั้งดินเหนียว ทรายแป้ง ทรายกรวด และหินขนาดใหญ่ มีปริมาณน้ำมากจนทำให้อนุภาคเล็กมีสภาพเป็นโคลนพาเอาอนุภาคทุกขนาดเคลื่อนที่สู่ที่ต่ำ

### 9.1.1.2. คันทางบดอัด

คันทางบดอัด (Embankments) เป็นการนำดินมาบดอัดเป็นชั้นๆ ส่วนใหญ่เพื่อ วัตถุประสงค์คือ ใช้เป็นถนน ทางรถไฟ ฝายและเขื่อนกั้นน้ำเสถียรภาพของเชิงลาดของคัน ทางบดอัดแตกต่างจากเสถียรภาพของเชิงลาดในธรรมชาติและเสถียรภาพของงานขุดดิน เพราะสามารถควบคุมคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาก่อสร้างรวมถึงวิธีการก่อสร้าง รูปร่างหน้าตัดที่ต้องการและความหนาแน่นของคันทางได้ เนื่องจากคันทางบดอัดเป็นการบดอัดดินขึ้นมาที่ละชั้น ดังนั้นการวิเคราะห์เสถียรภาพของเชิงลาด ในแต่ละช่วงระยะเวลา จึงมีความสำคัญ

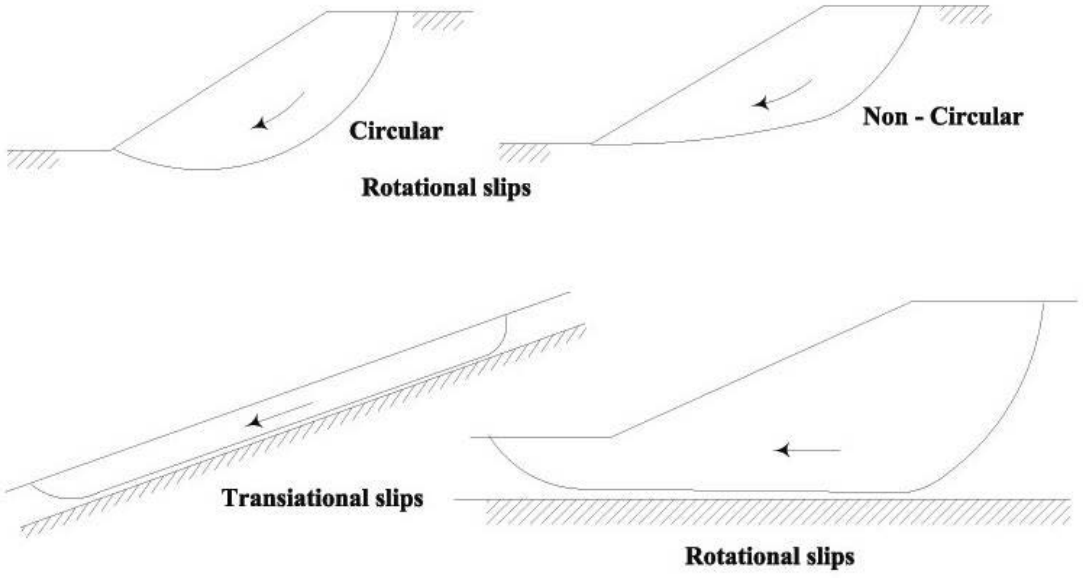
ทฤษฎีเกี่ยวกับการบดอัดดิน เริ่มมีการคิดค้นขึ้นในทศวรรษ 1930 โดยเริ่มมีการ วิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของความชื้นในดิน หน่วยน้ำหนัก คุณสมบัติของดินและพลังงานที่ใช้ในการบดอัด หลังจากนั้นในช่วงทศวรรษ 1930-1940 ทฤษฎีในการบดอัดเริ่มมีการถกเถียง และศึกษากว้างขวางขึ้น กราฟที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น กราฟที่เรียกว่า “Proctor Curve” ดังแสดง ใน**รูปที่ 9.1-1** ก็เป็นผลมาจากการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งเป็นผลงานที่เสนอโดย Proctor



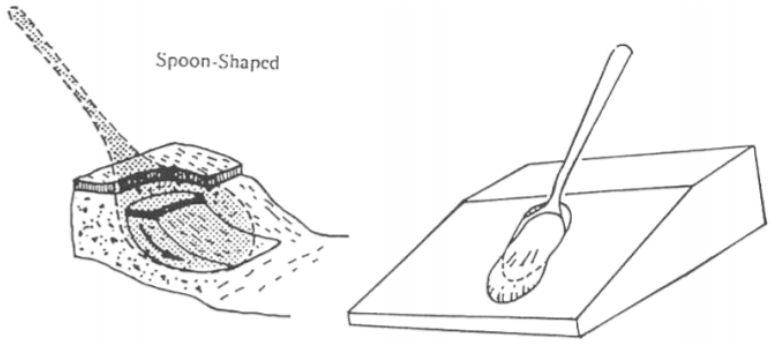

**รูปที่ 9.1-1** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความชื้นในดิน (Proctor curve)

### 9.1.1.3. การพังทลายของดินบดคันทาง

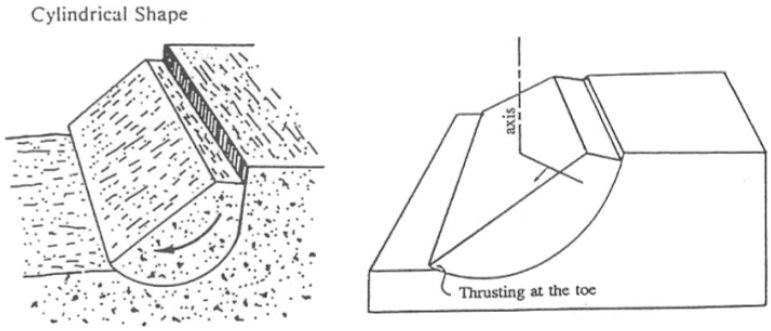
การพังทลายของดินถมบนดินอ่อนจัดเป็นการเคลื่อนตัวพังทลายแบบเลื่อนหมุน (Rotational slide) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-2** ความเสียหายในลักษณะนี้อาจเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะถ้ามีปริมาณน้ำในดินและแรงดันน้ำในมวลดินที่เพิ่มขึ้น ตามหลักการแล้วการพังทลายที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องจากการพังจากแรงเฉือนตลอดแนวความยาวของพื้นที่ที่เกิดการเลื่อนตัว (Surface of Sliding) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ขึ้นอยู่กับขนาดของมวลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูป ได้แก่ ชนิดที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก และชนิดที่มีขนาดใหญ่มาก โดยที่ชนิดแรกจะประกอบด้วยลักษณะที่เป็นรูปแบบ Slump หรือ Rotation ที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเฉือน เป็นชนิดหนึ่งของการเคลื่อนที่ที่ทำให้เกิดการพังทลายและเป็นปัญหาต่องานด้านวิศวกรรมการทางมากที่สุด การเคลื่อนที่พังทลายในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นตลอดแนวความยาวของ Slip Surface แนวรอยแยกและแนวรอยเว้าของดินจะเกิดขึ้นตลอดในทิศทางของการเคลื่อนที่ ผิวของการพังหรือเสียรูปส่วนใหญ่แล้วจะมีรูปร่างในลักษณะ Spoon Shape ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-3** ส่วนชนิดที่สองถ้าการพังทลายขยายตัวกว้างถึงตลอดในแนวความยาวของถนนดินถม โดยรอยแตกที่เกิดขึ้นขนานกับแนวถนนหรือตั้งฉากกับทิศของการเคลื่อนที่ ผิวของการพังทลายก็จะมีลักษณะใกล้เคียงรูปร่างของทรงกระบอก โดยจะปรากฏรอยแตกตามแนวยาว ของถนนเกิดขึ้นที่ผิวถนนด้านบน ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-4** หลังเกิดการพังทลายเกิดขึ้น รูปหน้าตัดของบริเวณที่เกิดการพังทลายจะแสดงดังใน**รูปที่ 9.1-5** มวลดินของถนนที่พังจะเคลื่อนตัวสู่ด้านล่างของลาดชัน ผิวของการพังทลายโดย ปกติจะพิจารณาเป็นส่วนโค้งของวงกลมในการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน



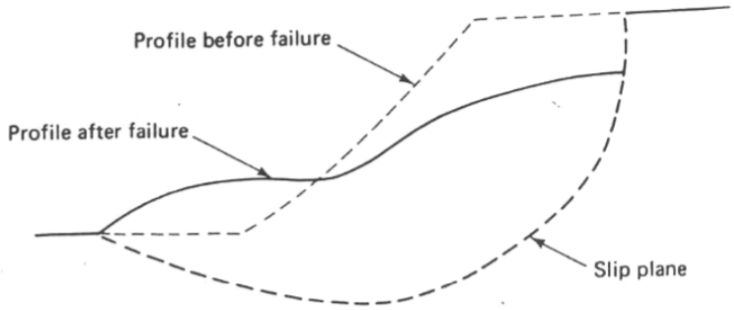

**รูปที่ 9.1-2** การเคลื่อนตัวพังทลายแบบเลื่อนหมุน (Rotational slide)




**รูปที่ 9.1-3** การเคลื่อนตัวพังทลายแบบเลื่อนหมุน (Rotational Slide) .ในลักษณะ Spoon Shaped .




**รูปที่ 9.1-4** การเคลื่อนตัวพังทลายแบบเลื่อนหมุน (Rotational slide) .ในลักษณะ Cylindrical Shaped

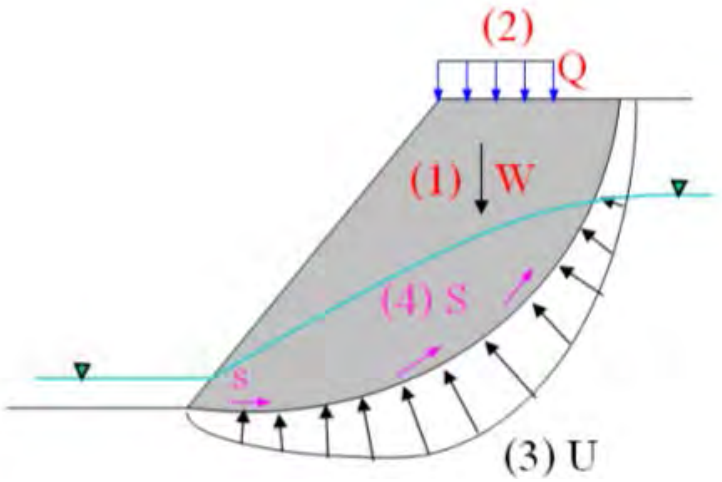



**รูปที่ 9.1-5** รูปหน้าตัดก่อนและหลังการพังทลาย

### 9.1.1.4. ปัจจัยที่มีผลต่อการพังทลายของเชิงลาดคันทาง

เสถียรภาพของคันทางหากพิจารณาจากแรงที่เกี่ยวข้อง จะมีแรงที่กระทำทั้งหมด 4 แรงด้วยกัน ดังแสดงใน **รูปที่ 9.1-6** แรงที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ได้แก่

1) น้ำหนักดินเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity force of soil mass)
2) แรงกระทำภายนอก (External load)
3) แรงดันน้ำในมวลดิน (Pore water pressure in soil mass)
4) แรงต้านทานหรือกำลังรับน้ำหนักของดิน (Shear strength of soil mass)




**รูปที่ 9.1-6** แรงที่เกี่ยวข้องกับเสถียรภาพของคันทาง

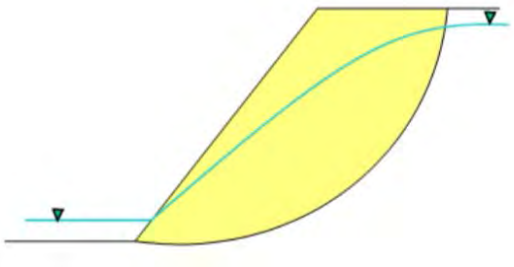
ในสภาวะที่ไม่เกิดการพังทลายเกิดขึ้น แรงต้านทานหรือกำลังรับน้ำหนักของดินจะมีค่า มากกว่าแรงที่เหลือทั้งสามชนิดรวมกัน นั่นคือกำลังรับน้ำหนักของดินสามารถต้านทานแรงที่ เกิดจากน้ำหนักของดินเอง แรงกระทำภายนอกและแรงดันน้ำในมวลดิน ในขณะที่หากกำลังรับ น้ำหนักของดินมีค่าน้อยกว่าแรงที่เหลือทั้งสามชนิดรวมกัน ก็จะเกิดการเคลื่อนตัวของคันทาง และอาจเกิดการพังทลายของคันทางตามมา

การพังทลายของเชิงลาดส่วนใหญ่แล้วจะเกิดโดยกระบวนการที่ทำให้แรงกระทำในมวล ดินหรือหน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในมวลดินมีค่าเพิ่มมากขึ้น (Increase shear stresses) หรือทำ ให้แรงต้านทานหรือค่ากำลังรับแรงเฉือนในมวลดินมีค่าลดน้อยลง ( Decrease shear strengths) สำหรับปัจจัยที่ทำให้หน่วยแรงเฉือนในมวลดินหรือแรงกระทำในมวลดินเพิ่มขึ้น ได้แก่

1) การบรรทุกน้ำหนักเกิน

1.1) โดยกิจกรรมของมนุษย์ เช่นน้ำหนักของยานพาหนะที่เกินพิกัด หรือการกองวัสดุบนผิวทาง

1.2) โดยธรรมชาติ เช่นน้ำหนักของน้ำฝนที่ขังตัวบนผิวทาง หรือระดับ น้ำใต้ดินในคันทางที่สูงขึ้น ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-7**



**รูปที่ 9.1-7** ระดับน้ำใต้ดินในคันทางที่สูงกว่าระดับน้ำในคลอง

2) ผลกระทบจากแผ่นดินไหวหรือแรงสั่นสะเทือนจากยานพาหนะ

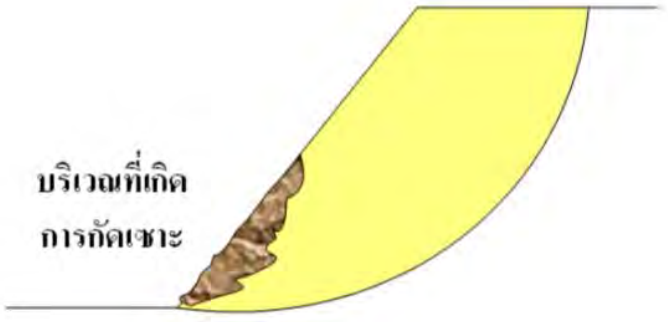
3) การเพิ่มแรงดันทางด้านข้าง (Lateral pressure) ซึ่งประกอบด้วย

- น้ำขังในรอยแตกเมื่อมีน้ำขังในรอยแตกที่เกิดขึ้นในคันทาง จะเกิดแรงดันทางด้านข้างเกิดขึ้น กระทำกับผนังของรอยแตก ทำให้เกิดแรงพยายามที่จะดันคันทางให้เคลื่อนตัวออกด้านข้าง
- น้ำแข็งตัวเป็นน้ำแข็งในรอยแยก จะเกิดในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำจนน้ำในรอยแยกสามารถแข็งตัวเป็นน้ำแข็งได้ในตอน กลางคืน เมื่อน้ำแข็งตัวจะมีปริมาตรที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดแรงดัน ด้นข้างกระทำกับผนังของรอยแยกดันคันทางให้เคลื่อนตัวออกด้านข้าง
- การขยายตัวของดินเหนียว จะทำให้เกิดแรงดันด้านข้างที่ เพิ่มขึ้นภายในคันทาง

4) ปัจจัยที่ทำให้กำลังรับแรงเฉือนหรือกำลังรับน้ำหนักน้อยลง ได้แก่

- เนื่องจากส่วนประกอบของตัววัสดุเองตามธรรมชาติ ได้แก่ การ เปลี่ยนแปลงภายในตัวโครงสร้างของวัสดุ แร่ธาตุและองค์ประกอบภายใน ผิวของเม็ดดิน และ รวมถึงการจัดเรียงตัวของอนุภาค
- เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่นมีความชื้นเพิ่มมากขึ้น เมื่อความชื้นเพิ่มมากขึ้น กำลังรับน้ำหนักของชั้นดินจะลดน้อยลง
- เนื่องจากอิทธิพลของแรงดันน้ำภายใน แรงดันน้ำภายในมวลดินจะ เกิดขึ้นในช่องว่างภายในมวลดิน พยายามดันให้เม็ดดินแยกตัวออกจากกัน และเมื่อแรงดันน้ำ เพิ่มมากขึ้นย่อมทำให้แรงดันประสิทธิผลของดินลดน้อยลง ทำให้ดินสามารถรับน้ำหนักได้ น้อยลงตามมา

- เนื่องจากการเสื่อมสภาพของวัสดุ ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของ ชั้นดินลดน้อยลง เป็นผลต่อเนื่องให้กำลังรับน้ำหนักของดินลดน้อยลง
- ส่วนที่เป็นค้ำยันลดน้อยลงหรือหายไป ซึ่งมีสาเหตุดังนี้
  - ✓ โดยการกัดเซาะจากกระแสน้ำในลำน้ำ หรือจากอิทธิพลของ กระแสคลื่น ดังแสดงใน **รูปที่ 9.1-8**
  - ✓ เกิดดินถล่มโดยธรรมชาติ
  - ✓ โดยการกระทำของมนุษย์ เช่น การขุดลอกท้องคลองให้มีความ ลึกเพิ่มมากขึ้น การเคลื่อนย้ายกำแพงดิน หรือเข็มพืดกันดิน
  - ✓ การลดระดับของน้ำในคลองชลประทาน ทำให้ระดับน้ำใต้ดินในคันทางสูงกว่าระดับน้ำในคลองเนื่องน้ำในมวลดินระบายออกไม่ทันระดับน้ำที่ลดลง




**รูปที่ 9.1-8** การกัดเซาะของกระแสน้ำซึ่งทำให้ความสามารถในการค้ำยันของคันดินลดลง

### 9.1.2. การทบทวนผลการศึกษาจากคู่มือแนวทางปฏิบัติเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาถนนที่มีความเสี่ยงต่อการทรุดตัว กรมทางหลวงชนบท

กรมทางหลวงชนบทได้จัดทำคู่มือแนวทางแนวทางปฏิบัติเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาถนนที่มีความเสี่ยงต่อการทรุดตัว โดยมุ่งเน้นสำหรับการนำไปปฏิบัติบริเวณถนนที่มีความเสี่ยงตามแนวลำน้ำหรือคลองชลประทานในบริเวณพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งในคู่มือดังวกล่าวมีประเด็นสำคัญที่สามารถสรุปได้ดังนี้

#### 9.1.2.1. ความเสียหายและสาเหตุ

ถนนเลียบคันคลองชลประทานที่เกิดการพังทลายหรือทรุดตัวนั้น มีสาเหตุมาหลายปัจจัยสามารถแยกประเภทสาเหตุใหญ่ๆได้ 3 ประเภท คือ

1) เกิดจากการสัญจรของยานยนต์ คือ โดยทั่วไปโครงสร้างถนนเลียบคันคลองมักใช้วัสดุประเภทดินอ่อนที่ได้จากดการขุดคลองมาใช้ในการก่อสร้างคันทาง ทำให้โครงสร้างทางขาดความมั่งคงแข็งแรง เมื่อต้องรับน้ำหนักจากยานพาหนะที่เพิ่มสูงขึ้นจากที่ออกแบบไว้
2) เกิดจากผลกระทบจากภัยธรรมชาติ คือ เมื่อเกิดสถานการณ์น้ำท่วม แผ่นดินไหว เกิดการกัดเซาะทำให้ความมั่นคงแข็งแรงของถนนเลียบคันคลองสูญเสียไปเกิดการพังทลาย และเกิดการสไลด์ของคันทาง
3) เกิดจากการลดระดับน้ำในคลองอย่างรวดเร็ว ทำให้ถนนเลียบคันคลองเกิดการสูญเสียเสถียรภาพโดยเฉียบพลัน เกิดการทรุดตัวอย่างทันทีทันใด

การพังทลายหรือการทรุดตัวของถนนคันคลองชลประทาน ส่วนใหญ่มักจะเกิดทางด้านคันทาง ดังนั้นจึงสรุปลักษณะของความเสียหายของคันทางของถนนเลียบคันคลองได้ 3 ประเภท คือ

1) ความเสียหายในลักษณะการทรุดตัวของคันทาง ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-9** คือความเสียหายในลักษณะการทรุดตัวของคันทาง การทรุดตัวที่เกิดขึ้นสามารถสังเกตเห็นในบนพื้นผิวจราจร ทำให้ผิวจราจรไม่เรียบมีสภาพเป็นหลุม เกิดแรง กระแทกกระทำต่อคันทาง เนื่องจากน้ำหนักยวดยานที่ผ่านไปมา และเมื่อฝนตกจะทำให้เกิดน้ำขังและซึมลงสู่ชั้น ดินด้านล่างในบริเวณนั้น ทำให้ความแข็งแรงของดินบริเวณนั้นลดน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย ลุกลามขยายตัวตามมา และทำให้การใช้งานสัญจรไปมาไม่ปกติ

**รูปที่ 9.1-9** ความเสียหายในลักษณะการทรุดตัวของคันทาง

2) ความเสียหายในลักษณะการเคลื่อนพังของคันทาง ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-10** คือความเสียหายในลักษณะนี้จะมีลักษณะก่อน และหลังการเกิดการพังทลาย คือมวลดินของถนนที่พังจะเคลื่อนตัวเข้าสู่ด้านล่างของลาดชัน และมีการปูดตัวขึ้นมาบริเวณฐานของลาดชัน ในระยะแรกของการเกิดความเสียหายในลักษณะนี้จะสามารถสังเกตพบรอยแตก เกิดขึ้นที่ผิวทางด้านบน โดยรอยแตกจะขยายตัวกว้างขึ้นและยาวขึ้น

**รูปที่ 9.1-10** ความเสียหายในลักษณะการเคลื่อนพังของคันทาง

3) ความเสียหายในลักษณะการทรุดตัวและการเคลื่อนพังของคันทาง ดังแสดงใน**รูปที่ 9.1-11** คือเป็นความเสียหายที่เกิดรวมทั้ง ทรุดตัวและการเคลื่อนพังของคันทาง โดยจะพบคันทางเกิดการทรุดตัวขึ้นก่อนและไม่มีการซ่อมแซมแก้ไข ดังนั้น จะเกิดการเคลื่อนพังของคันทางในที่สุด

**รูปที่ 9.1-11** ความเสียหายในลักษณะการทรุดตัวและการเคลื่อนพังของคันทาง

### 9.1.2.2. ระดับความรุนแรงของความเสียหาย

การสำรวจความเสียหายของถนน จะท้าให้ทราบถึงลักษณะของของความเสียหายที่เกิดขึ้น เพื่อน้ำไปใช้ประเมินระดับความรุนแรงของความเสียหาย และแนวโน้มในการขยายตัวของความเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งจะบอกถึงความจำเป็นในการซ่อมแซมโดยตรง สามารถบอกระดับความรุนแรงของความเสียหายไว้ 3 ระดับ คือ ระดับ A ระดับ B ระดับ C

1) ระดับ A ในระดับนี้สภาพถนนและผิวการจราจรอยู่ในสภาพดี ไม่มีความเสียหายหรือความเสียหายมีขนาดเล็ก ไม่สามารถสังเกตเห็นได้เด่นชัด เช่น รอยร้าวที่ผิวทางขนาดเล็ก ยังสามารถใช้เส้นทางได้ตามปกติ ไม่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้สัญจรไปมา ถนนในระดับนี้ยังไม่จ้าเป็นต้องซ่อมแซม เนื่องจากเกิดความ เสียหายเล็กน้อยยังไม่มีความจ้าเป็นต้องซ่อมแซม แต่ต้องคอยเฝ้าระวังไม่ให้ความเสียหายเล็กน้อยขยายออกไป

**รูปที่ 9.1-12** สภาพทางในระดับ A

2) ระดับ B สามารถสังเกตเห็นรอยแตกร้าวเกิดขึ้นได้ชัดเจนที่ผิวการจราจร มีการแยกตัวของรอยแตกดังกล่าว เฉพาะบริเวณผิวทาง ยังไม่ลึกลงไปถึงโครงสร้างของคันทางเป็นระดับความเสียหายที่ต้องเข้าไปซ่อมแซม หรือตรวจสอบเพิ่มเติมด้วยวิธีการที่ละเอียดกว่าการตรวจสอบด้วยสายตา เพื่อให้ได้ผลการตรวจสอบที่แม่นยำมากขึ้น

**รูปที่ 9.1-13** สภาพทางในระดับ A

3) ระดับ C สามารถสังเกตเห็นการทรุดตัวต่างระดับของรอยแตกที่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด มีแนวโน้มในการเกิดการ ขยายตัวของความเสียหาย และในบางกรณีอาจเกิดการพังทลายของคันทางขึ้นแล้วจนเสียพื้นที่การจราจรไป ความเสียหายระดับนี้เป็นระดับชั้นความเสียหายที่ต้องมีการซ่อมแซมโดยเร่งด่วน ความเสียหายที่เกิดขึ้นมีผลต่อ ความแข็งแรงของโครงสร้างคันทาง หรืออาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ถนนได้

**รูปที่ 9.1-14** สภาพทางในระดับ A

### 9.1.3. การทบทวนผลการศึกษาจากคู่มือการตรวจสอบสภาพตลิ่งและแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย กรมโยธาธิการและผังเมือง

กรมโยธาธิการและผังเมือง ได้จัดทำคู่มือการตรวจสอบสภาพตลิ่งและแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย ฉบับประชาชนขึ้น ซึ่งในคู่มือฉบับดังกล่าวได้มีการอธิบายถึงแนวทางการตรวจสอบสภาพตลิ่ง ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ ดังนี้

1) **ตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับการพังทลายของตลิ่งในช่วงเวลาที่ผ่านมา** หากตลิ่งมีประวัติหรือข้อมูลที่แสดงว่ามีการพังทลายอย่างต่อเนื่อง ก็ถือได้ว่าตลิ่งนั้นมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง
2) **ควรสังเกตระดับน้ำในแม่น้ำลำคลองโดยเปรียบเทียบระดับน้ำต่ำสุดในแต่ละปี** หากปัจจุบันระดับน้ำลดลงต่ำกว่าระดับน้ำต่ำสุดเท่าที่เคยเกิดขึ้นเป็นประจำ ก็จะมีความเสี่ยงต่อการพังทลายมากขึ้น
3) **การที่ระดับน้ำในแม่น้ำลำคลองมีการลดระดับลงอย่างรวดเร็ว** โดยเฉพาะน้ำที่มีระดับสูงแล้วลดลงอย่างรวดเร็ว จะมีความเสี่ยงต่อการทรุดตัวและพังทลายของตลิ่งมาก
4) **สังเกตสภาพตลิ่งอย่างสม่ำเสมอว่ามีการกัดเซาะของตลิ่งหรือไม่** โดยเฉพาะถ้าการกัดเซาะทำให้ตลิ่งมีความชันมากขึ้น ก็จะมีแนวโน้มต่อการพังทลายมากขึ้น
5) **ควรตรวจสอบความลึกของท้องน้ำ** ถ้าพบว่าท้องน้ำมีความลึกมากขึ้นกว่าเดิม แสดงว่าจะมีความเสี่ยงต่อการพังทลายของตลิ่งได้มากขึ้นเช่นกัน
6) **ในขณะที่ฝนตกหนัก น้ำที่ผิวดินอาจกัดเซาะหน้าดิน** ส่วนน้ำฝนที่ซึมลงดินจนดินชุ่มน้ำก็จะทำให้ความดันน้ำในโพรงดินเพิ่มสูงขึ้นจนดินสูญเสียกำลัง เสถียรภาพของตลิ่งก็จะลดลง ความเสี่ยงต่อการพังทลายของตลิ่งก็จะมีมากขึ้น
7) **ในขณะที่น้ำไหลเชี่ยว หรือมีคลื่นน้ำมากระทบตลิ่ง** ตลิ่งก็มีโอกาสถูกกัดเซาะได้มากขึ้นและเร็วขึ้น ความเสี่ยงต่อการพังทลายก็มีมากและอาจเกิดขึ้นโดยเฉียบพลันได้
8) **ในขณะที่น้ำในแม่น้ำลำคลองมีระดับต่ำ** ไม่ควรแล่นรถยนต์หรือนำเครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ ไปใช้บริเวณบนตลิ่งริมน้ำ เพราะจะทำให้เกิดความสั่นสะเทือนและตลิ่งจะทรุดตัวได้ง่าย
9) **ในกรณีที่แม่น้ำมีขนาดใหญ่ และความลึกของท้องน้ำมาก** จะมีโอกาสที่จะเกิดการทรุดตัวของตลิ่งและมีแนวโน้มที่จะเกิดการพังทลายของตลิ่งเข้าไปในพื้นดินได้ลึกมาก
10) **บริเวณโค้งลำน้ำฝั่งด้านนอกจะมีการกัดเซาะสูง** โอกาสการพังทลายของตลิ่งจะมีมาก ผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนี้ควรต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ
11) **การใช้พื้นที่ริมตลิ่งเป็นที่กองวัสดุหรือสร้างอาคารเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับตลิ่ง** ซึ่งจะมีผลทำให้ตลิ่งมีความเสี่ยงต่อการพังทลายเพิ่มมากขึ้น

12) **ตรวจสอบว่า น้ำใช้จากบ้านเรือน หรือบ่อเกรอะบ่อซึมได้ไหลออกไปสู่ตลิ่งหรือไม่** หากพบ ควรจัดทำระบบระบายน้ำโดยไม่ให้น้ำจากบ้านเรือนไหลซึมไปตามพื้นดินเพื่อลงแม่น้ำลำคลอง ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ตลิ่งทรุดตัวได้ง่าย

13) **หากพบรอยแยกต่าง ๆ บริเวณตลิ่งที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน** ก็อาจจะเป็นสิ่งบอกเหตุที่อาจจะเกิดการพลังทลายของตลิ่งตามรอยแยกนั้นได้ ควรขนย้ายทรัพย์สินออกจากบริเวณพื้นที่นั้น ๆ โดยด่วน

### 9.1.4. การทบทวนผลการศึกษาจากบทความ “ปัญหารอยแตกตามยาวและทรุดตัวของไหล่ทางหลวงในพื้นที่ภาคกลาง”

บทความเรื่อง “ปัญหารอยแตกตามยาวและทรุดตัวของไหล่ทางหลวงในพื้นที่ภาคกลาง” เป็นบทความซึ่งเขียนโดย ดร.อัคคพัฒน์ สว่างสุรีย์ เพื่อนำเสนอในการสัมมนาเจ้าหน้าที่วิเคราะห์และตรวจสอบ ประจำปีงบประมาณ 2555 และได้มีการรวบรวมไว้โดยสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง สำหรับเนื้อหาสาระสำคัญของการศึกษาในโครงการนี้ สรุปได้ดังนี้

รอยแตกตามยาวและทรุดตัวของไหล่ทางหลวงในพื้นที่ภาคกลาง เป็นปัญหาที่พบบนทางหลวงที่มีไหล่ทางเป็นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต โดยมีสาเหตุเกิดจากหลายปัจจัย ได้แก่

1) คุณสมบัติและชั้นดินใต้คันทางเป็นดินอ่อน
2) วัสดุถมคันทางมีคุณสมบัติยืดหดตัวสูง
3) รูปแบบคันทางไม่สอดคล้องกับคุณสมบัติของชั้นดินฐานราก
4) รูปแบบวิธีการก่อสร้างขยายคันทางที่ไม่ได้มาตรฐาน
5) การกำหนดแนวการระบายน้ำไม่เหมาะสม
6) งานควบคุมการก่อสร้างซึ่งไม่ตระหนักถึงความสำคัญของไหล่ทาง
7) ปริมาณการจราจรและปริมาณน้ำหนักรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้นกว่าการออกแบบ
8) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินถมคันทางเนื่องจากปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

จากผลการรวบรวมข้อมูลการซ่อมบำรุงทางและการสำรวจภาคสนาม ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกทางหลวงซึ่งเกิดปัญหาไหล่ทางแตกตามยาวและทรุดตัวในพื้นที่ภาคกลาง จำนวน 5 สายทาง ดังนี้

1) ทางหลวงหมายเลข 21 (อ.พัฒนานิคม ถึง อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี)
2) ทางหลวงหมายเลข 340 (อ.บางปลาม้าจ.สุพรรณบุรี)
3) ทางหลวงหมายเลข 347 (อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา)
4) ทางหลวงหมายเลข 357 (สายเลี่ยงเมืองสุพรรณบุรี) และ
5) ทางหลวงหมายเลข 3196 (อ.บ้านหมี่ จ.ลพบุรี)

สภาพความเสียหายบริเวณไหล่ทางหลวงทั้ง 5 สายทาง มีลักษณะเป็นรอยแตก ตามยาวขนานไป ตามแนวถนน (Longitudinal หรือ Edge Cracking) ระดับความรุนแรงปานกลางถึงระดับสูง และอาจมีการทรุดตัวร่วมด้วย

การศึกษานี้ได้คัดเลือกทางหลวงหมายเลข 357 (สายเลี่ยงเมืองสุพรรณบุรี) เป็นตัวแทนกรณีศึกษาเชิงลึกเพื่อวิเคราะห์หากลไกและสาเหตุความเสียหายที่เกิดขึ้นบริเวณไหล่ทางหลวงในพื้นที่ภาคกลาง ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาประกอบด้วยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลงานก่อสร้าง การสำรวจสภาพความเสียหายบริเวณไหล่ทาง การเจาะสำรวจชั้นดิน การขุดบ่อทดสอบ การทดสอบคุณสมบัติของดินภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ การติดตั้งและดำเนินการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดพฤติกรรมทางธรณีเทคนิค

ผลการเปรียบเทียบระหว่างแปลงศึกษาที่ 1 (บริเวณที่พบรอยแตกระดับรุนแรงมาก) อยู่ระหว่าง กม.32+600 ถึง กม.33+100 และแปลงศึกษาที่ 2 (บริเวณที่พบรอยแตกระดับรุนแรงน้อย) อยู่ระหว่าง กม.31+600 ถึง กม.32+100 บนทางหลวงหมายเลข 357 พบว่าวัสดุถมคันทางเป็นดินเหนียวมีค่า Plasticity สูง สามารถเกิดการยืดหดตัวได้เมื่อปริมาณความชื้นในดินเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้เกิดรอยแตกบนผิวลาดดิน น้ำฝนสามารถไหลซึมผ่านลงไปได้เมื่อผ่านฤดูฝนและฤดูแล้งสลับกันหลายครั้ง ลาดดินจึงเกิดความเครียดสะสม กำลังรับแรงเฉือนของดินลดลงเป็นสาเหตุของการเคลื่อนตัวและเกิดรอยแตก

ผลการสำรวจภาคสนามทั้ง 5 สายทางประกอบผลการศึกษาเชิงลึกทางหลวงหมายเลข 357 (สายเลี่ยงเมืองสุพรรณบุรี) สรุปได้ว่า สาเหตุของรอยแตกตามยาวและทรุดตัวของไหล่ทางหลวงในพื้นที่ภาคกลางน่าจะเกิดจาก 2 ปัจจัยสำคัญ คือ

1) คุณสมบัติของวัสดุดินถมคันทาง เป็นดินเหนียวประเภท CL-CH มีค่า Plasticity สูง สามารถเกิดการยืดหดตัวได้เมื่อปริมาณความชื้นในดินเปลี่ยนแปลง ดินดังกล่าวพบมากในพื้นที่ภาคกลาง เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุถมคันทาง แม้ได้ผ่านการตรวจสอบควบคุมคุณภาพแล้วว่ามีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนด แต่เนื่องจากผลของกระบวนการเปียกสลับแห้งตามฤดูกาล ดินถมคันทางจึงเกิดการยืดหดตัวสลับกัน ทำให้เกิดความเครียดสะสม กำลังรับแรงเฉือนของดินลดลงจนเกิดการเคลื่อนตัวและเกิดรอยแตกในที่สุด
2) ขั้นตอนการควบคุมการก่อสร้างงานลาดคันทาง ไม่ตระหนักถึงความสำคัญของเทคนิควิธีการก่อสร้าง รวมถึงการตรวจสอบควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้างลาดคันทาง เนื่องจากรายการละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้างทางไม่ได้ระบุไว้ชัดเจน

วิธีการแก้ไขป้องกันปัญหารอยแตกตามยาว (Longitudinal Crack) และทรุดตัว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ให้ดำเนินการขุดรื้อไหล่ทางออกจนพ้นระดับความลึกของความเสียหาย แล้วจึงทำการบดอัดไหล่ทางขึ้นมาใหม่ โดยเลือกใช้วัสดุที่มีกำลังรับแรงเฉือนที่ดี เช่น ดินทรายซึ่งมีค่ามุมเสียดทานภายในสูง
2) ในกรณีจำเป็นต้องใช้ดินเดิม ควรนำดินไปปรับปรุงคุณภาพก่อน เพื่อเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินในระยะยาว
3) ดำเนินการตรวจสอบและซ่อมวัสดุยารอยต่อระหว่างไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีตกับแผ่นพื้นคอนกรีต รวมทั้งรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นทางด้านล่าง
4) หากตรวจพบรอยแตกควรรีบดำเนินการซ่อมแซมทันที เพื่อป้องกันการวิบัติของดินคันทางเนื่องจากการไหลซึมของน้ำ

ทั้งนี้ควรพิจารณาปรับปรุงรายการละเอียดและข้อกำหนดการก่อสร้างทางหลวงสำหรับงานดินถมคันทาง โดยเพิ่มข้อกำหนดคุณสมบัติของวัสดุ ให้มีค่า Liquid Limit ไม่เกินร้อยละ 40 และ มีค่าPlasticity Index ไม่เกินร้อยละ 20

## 9.2. ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพิบัติของสะพาน

ในการศึกษาทบทวนทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพิบัติของสะพาน ที่ปรึกษาได้ทำการทบทวนแนวทางการประเมินความเสี่ยงของสะพานตามวิธีการต่างๆ .ในต่างประเทศและการศึกษาในประเทศของกรมทางหลวง โดยสำนักวิจัยและพัฒนากรมทางหลวง ซึ่งได้เสนอไว้ในการโครงการศึกษาความเสี่ยงต่อการพังทลายของทางหลวงและผลกระทบต่อการเดินทางเมื่อเกิดอุทกภัย ซึ่งรายละเอียดของผลการทบทวนแสดงได้ดังนี้

### 9.2.1. แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสะพานตามมาตรฐาน Hydraulic Engineering Circular No.18 (HEC-18) - Evaluating Scour at Bridges ประเทศสหรัฐอเมริกา

HEC-18 เป็นเทคนิคการประเมินการออกแบบสะพานซึ่งพัฒนาขึ้น โดย Federal Highway Administration และเป็นแนวทางให้แต่ละมลรัฐนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการประเมินของรัฐของตน ขั้นตอนโดยทั่วไปของการประเมินโดยวิธี HEC-18 แบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ

**ระยะที่ 1** ประเมินสะพานข้ามลำน้ำทุกแห่งและจัดกลุ่ม โดยใช้กลไกการตรวจวัดภาคสนาม มีหัวข้อที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

(a) กลุ่มสะพานที่มีความเสี่ยงต่ำ

(b) กลุ่มสะพานที่มีความอ่อนไหวต่อการกัดเซาะ

(c) กลุ่มสะพานที่มีความวิกฤติจากการกัดเซาะ

(d) กลุ่มสะพานที่ไม่รู้สภาพฐานราก

(e) กลุ่มสะพานที่ได้รับผลกระทบจากน้ำขึ้นน้ำลง

**ระยะที่ 2** เป็นกระบวนการลงรายละเอียด ในแต่ละหัวข้อที่สำคัญ เช่น การประเมินความปลอดภัย การบันทึกผล สภาพทั่วไป การประเมินโครงสร้างโดยรอบลักษณะโครงสร้างใต้ผิวน้ำ เป็นต้น สะพานที่อยู่ในกลุ่มที่ (b) และ (d) คือ ความอ่อนไหวต่อการกัดเซาะ และไม่รู้สภาพฐานราก จะถูกจัดอยู่ในลำดับต้นๆ ที่ต้องมีการตรวจวัดภาคสนามอย่างละเอียด

**ระยะที่ 3** มีการตรวจวัดภาคสนามสำหรับสะพานที่อยู่ในกลุ่มของขั้นตอนที่ 2 โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือวิศวกรด้านชลศาสตร์ เทคนิคธรณี และโครงสร้าง

**ระยะที่ 4** สะพานที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม (c) มีความวิกฤติจากการกัดเซาะ ทั้งจากการจัดกลุ่มในการออกแบบและการตรวจวัดภาคสนาม ควรได้รับการซ่อมแซมและแก้ไขจากการกัดเซาะทันที

**ระยะที่ 5** เมื่อทำการประเมินโครงสร้างสะพานในระยะที่ 1 ทั้งหมดแล้ว ควรมีการประเมินสภาพสะพานที่ไม่ได้สร้างข้ามลำน้ำด้วย โดยให้ลำดับความสำคัญตามที่ตั้ง หรือฟังก์ชั่นการทำงานที่เป็นจุดเชื่อมต่อทางหลวงสะพานนั้นจะมีความสำคัญสูงกว่า

### 9.2.2. แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสะพานตามมาตรฐาน BA 74/06 Assessment of Scour at Highway Bridges (DMRB 2006) ประเทศสหราชอาณาจักร

BA 74/06 เป็นเทคนิคการประเมินประสิทธิภาพในการกัดเซาะและทำลายสะพานซึ่งพัฒนาขึ้นโดย HighwaysAgency เทคนิคนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ การประเมิน และการวิเคราะห์ นอกจากนี้แล้วยังอาจเพิ่มเติมขั้นตอนของการแนะนำและลงมือปฏิบัติงาน หลังจากได้มีการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละสะพานเรียบร้อยแล้ว

**ระยะที่ 1** ได้แก่ขั้นตอนของการประเมินสะพานข้ามลำน้ำทุกแห่ง ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลของแต่ละสะพาน ลักษณะโครงสร้าง ลักษณะลำน้ำ รวมถึงประวัติและสถิติปริมาณน้ำ จากนั้นจะทำการตรวจสอบภาคสนามเกี่ยวกับลักษณะลำน้ำ ทางน้ำหลัก พื้นที่น้ำท่วมและตัวสะพานทั้งส่วนที่อยู่เหนือผิวน้ำและใต้น้ำ แล้วจึงทำการประเมินการกัดเซาะ ว่ามีความเสี่ยงสูงหรือต่ำต่อการพังทลาย

**ระยะที่ 2** คือการวิเคราะห์ รวมถึงการคำนวณโดยละเอียด เพื่อให้ทราบถึงปริมาณการกัดเซาะ โดยมีขั้นตอนต่างๆ คือ

- เก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลำน้ำ ณ จุดที่ตั้งของสะพาน โดยควรใช้แผนที่ และ สถานีเก็บข้อมูลที่ติดตั้งอยู่โดยรอบ
- ประมาณค่าสถิติต่างๆ ที่มีรอบการเกิด 200 ปี
- ประเมินความลึกและความเร็วการไหล ณ จุดที่ตั้งของสะพาน
- ประเมินความลึกการกัดเซาะ บริเวณฐานรากของโครงสร้าง
- ประเมินและจัดลำดับความสำคัญของสะพานที่มีความเสี่ยงสูงไปหาต่ำ เพื่อเตรียมวางแผนการจัดการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

### 9.2.3. แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสะพานตามมาตรฐาน Hydraulic Vulnerability Manual โดย New York State Department of Transportation ใช้ ในมลรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา

Hydraulic Vulnerability Manual เป็นเทคนิคการประเมินการออกแบบสะพานซึ่งพัฒนาขึ้นโดย New York State Department of Transportation การประเมินแบบนี้จะใช้ข้อมูลทางสถิติของข้อมูลอุทกวิทยาและการวิเคราะห์ทางชลศาสตร์ในการประเมินปริมาณน้ำท่วม ความลึกการไหล และความเร็วการไหล จากนั้นนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการกัดเซาะ เปรียบเทียบกับความลึกฐานรากสะพาน ซึ่งต้องใช้เวลาและทรัพยากรด้านข้อมูลจำนวนมาก และหากไม่มีข้อมูลพื้นฐานของแต่ละสะพานแล้ว ก็จะไม่สามารถประเมินความเสี่ยงได้ด้วยวิธีนี้

### 9.2.4. แนวทางการประเมินความเสี่ยงของสะพานจากโครงการศึกษาความเสี่ยงต่อการพังทลายของทางหลวงและผลกระทบต่อการเดินทางเมื่อเกิดอุทกภัย กรมทางหลวง

แนวทางการประเมินความเสี่ยงการพังทลายของสะพานจากปัญหาน้ำท่วมในประเทศไทยที่ศึกษาและนำเสนอในโครงการศึกษาความเสี่ยงต่อการพังทลายของทางหลวงและผลกระทบต่อการเดินทางเมื่อเกิดอุทกภัยได้นำเอาข้อดีของมาตรฐาน Hydraulic Vulnerability Manual ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย New York State Department of Transportation มาใช้ร่วมกับการปรับแก้วิธีการบางส่วนให้เหมาะสมกับประเทศไทย โดยมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

#### 9.2.4.1. การประเมินค่า Pier Vulnerability (PV)

การประเมินค่า PV จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลของ Pier แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกัน เป็นค่า PV โดยมีหัวข้อดังนี้

1) การป้องกันการกัดเซาะให้ผู้ประเมินพิจารณาวิธีการป้องกันการกัดเซาะรอบ Pier ว่ามีหรือไม่ และเป็นแบบใด แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-1**
2) มุมที่กระแสน้ำทำกับ Pierให้ผู้ประเมินพิจารณามุมที่กระแสนน้ำทำกับกับ Pier หากมีค่ามากจะทำให้การพังทลายของโครงสร้างมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-2**

**ตารางที่ 9.2-1** การป้องกันการกัดเซาะ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 1.1 | Not Req'd | Pier ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มี ความเสี่ยงการกัดเซาะ คือ ไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือบริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 |
| 1.2 | Sheet pile wall | ป้องกัน Pier โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 1.3 | Cofferdam | ป้องกัน Pier โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 1.4 | Riprap | ป้องกัน Pier โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 1.5 | Other | ป้องกัน Pier โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 1.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Pier มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 |

3) ความกว้างของ Pier โดยให้ผู้ประเมินพิจารณาความกว้างของ Pier หากมีความกว้างไม่มาก จะกีดขวางการไหลน้อย และเกิดความเสี่ยงต่อการพังทลายน้อย แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-3**
4) จำนวน Pier ที่อยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึง ให้ผู้ประเมินพิจารณาจำนวน Pier ที่อยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึงแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-4** หากมี Pier จำนวนมากอยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึง จะมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง
5) ฐานรากของ Pier ให้ผู้ประเมินพิจารณาฐานรากของ Pier แล้วให้ คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-5**
6) ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ ให้ผู้ประเมินพิจารณาความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-6** หากมีค่ามาก จะเกิดความเสี่ยงต่อการพังทลายน้อย
7) รูปแบบของช่วงสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณารูปแบบของช่วงสะพานแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-7** หากเป็นช่วงสะพานแบบธรรมดาช่วงเดียวจะทำให้โครงสร้างต้องรับน้ำหนักมากมีความเสี่ยง

**ตารางที่ 9.2-2** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 2.1 | 0-20 องศา | 0 |
| 2.2 | 20-45 องศา | 1 |
| 2.3 | 45-90 องศา | 2 |
| 2.4 | >90 องศา | 4 |

**ตารางที่ 9.2-3** ความกว้างของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 3.1 | <0.90 ม. | 1 |
| 3.2 | 0.90-1.50 ม. | 2 |
| 3.3 | 1.50-2.40 ม. | 3 |
| 3.4 | 2.40-3.00 ม. | 4 |
| 3.5 | >3.00 ม. | 5 |

**ตารางที่ 9.2-4** จำนวน Pier บนพื้นที่น้ำท่วมถึง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 4.1 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่ในน้ำ | 2 |
| 4.2 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่บนบก | 0 |

**ตารางที่ 9.2-5** ฐานรากของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 5.1 | เสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต | 0 |
| 5.2 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะไม่ได้ | 0 |
| 5.3 | เสาเข็มไม้ | 4 |
| 5.4 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะได้ | 5 |
| 5.5 | ฐานรากแผ่บนพื้นดิน | 10 |
| 5.6 | ไม่ทราบชนิดของฐานราก | 10 |

**ตารางที่ 9.2-6** ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 6.1 | >6.00 ม. | 0 |
| 6.2 | 4.50-6.00 ม. | 1 |
| 6.3 | 3.00-4.50 ม. | 2 |
| 6.4 | 2.10-3.00 ม. | 3 |
| 6.5 | 1.20-2.10 ม. | 4 |
| 6.6 | <1.20 ม. | 5 |

**ตารางที่ 9.2-7** รูปแบบของช่วงสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 7.1 | โครงสร้างสะพานมีหลายช่วง บนลำน้ำ | 0 |
| 7.2 | โครงสร้างสะพานมีช่วงเดียว บนลำน้ำ | 1 |

### 9.2.4.2. การประเมิน Abutment Vulnerability (AV)

การประเมินค่า AV จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลของ Abutment แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกัน เป็นค่า AV โดยมีหัวข้อดังนี้

1) การป้องกันการกัดเซาะให้ผู้ประเมินพิจารณาวิธีการป้องกันการกัดเซาะรอบ Abutment ว่ามีหรือไม่และเป็นแบบใด แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-8**
2) ตำแหน่งของ Abutment ให้ผู้ประเมินพิจารณาตำแหน่งของ Abutment ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงต่อการกัดเซาะรอบโครงสร้างโดยหาก Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถมตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ หรือตั้งอยู่บนทางน้ำตรงความเร็วน้ำคงที่ จะมีความเสี่ยงการพังทลายต่ำ แต่หาก Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก จะมีการกัดเซาะและความเร็วน้ำสูง มีความเสี่ยงสูง จากนั้นให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-9**
3) การวาง Abutment รุกล้ำลำน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาการวาง Abutment รุกล้ำลำน้ำ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-10** หาก Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของปริมาณน้ำในลำน้ำจะถือว่าโครงสร้างไม่มีความเสี่ยง
4) ฐานรากของ Abutment ให้ผู้ประเมินพิจารณาฐานรากของ Abutment แล้วให้คะแนนตาม **ตารางที่ 9.2-11**
5) มุมที่กระแสน้ำทำกับ Embankment ให้ผู้ประเมินพิจารณามุมที่กระแสน้ำทำกับEmbankment แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-12** หากมีค่ามากจะทำให้การพังทลายของโครงสร้างมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก

**ตารางที่ 9.2-8** การป้องกันการกัดเซาะ Abutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 8.1 | Not Req'd | Abutment ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่ไม่มีความเสี่ยงการกัดเซาะ คือไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 |
| 8.2 | Sheet pile wall | ป้อง กัน Abutment โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็น โครงสร้างถาวร ไม่มีความ เสี่ยง | 0 |
| 8.3 | Cofferdam | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 8.4 | Riprap | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 8.5 | Other | ป้องกัน Abutment โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 8.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Abutment มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 |

**ตารางที่ 9.2-9** ตำแหน่งของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 9.1 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถม ตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 9.2 | Abutment ตั้งอยู่บนทางน้ำตรง ความเร็วน้ำ คงที่ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 9.3 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก มีการกัด เซาะและความเร็วน้ำสูงต่ำ มีความเสี่ยงสูง | 1 |

**ตารางที่ 9.2-10** การวาง Ambutment รุกล้ำลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 10.1 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 10.2 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีน้ำล้นมา 10-25% ของปริมาณน้ำ ในลำน้ำ มีความเสี่ยงปานกลาง | 2 |
| 10.3 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมามากกว่า 25% ของปริมาณน้ำในลำน้ำ มีความเสี่ยงสูง | 4 |

**ตารางที่ 9.2-11** ฐานรากของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| Abutment แบบ Spill through | | |
| 11.1 | Pile เป็นเหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 6 ม. หรือฐานรากแผ่บนหินที่ไม่มีการกัดเซาะ | 0 |
| 11.2 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 2 |
| 11.3 | ฐานรากแผ่บนดิน | 3 |
| 11.4 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 3 |
| Abutment แบบ Vertical wall | | |
| 11.5 | Pile เหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 20 ฟุต หรือฐานรากแผ่บนหินไม่มีการกัดเซาะ | 0 |
| 11.6 | Pile เป็นไม้ | 3 |
| 11.7 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 5 |
| 11.8 | มีฐานรากแผ่บนดิน | 10 |
| 11.9 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 10 |
| 11.10 | Abutment แบบ ท่อลอด | 0 |

**ตารางที่ 9.2-12** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 12.1 | 0-20 องศา | 0 |
| 12.2 | 20-45 องศา | 1 |
| 12.3 | 45-90 องศา | 2 |
| 12.4 | >90 องศา | 4 |

### 9.2.4.3. การประเมินค่า Hydraulic Assessment (HA)

การประเมินค่า HA จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลทางชลศาสตร์ แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกันเป็นค่า HA โดยมีหัวข้อดังนี้

1) ความลาดชันของลำน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาในระยะ 150-300 เมตร ขึ้นไปจากโครงสร้างที่อยู่ในน้ำทั้งในทิศทางด้านเหนือและท้ายน้ำ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-13**
2) รูปร่างของทางน้ำ ให้ผู้ประเมินพิจารณาในระยะ 150-300 เมตร ขึ้นไปจากโครงสร้างที่อยู่ในน้ำ ทั้งในทิศทางด้านเหนือและท้ายน้ำแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-14**
3) ที่ตั้งโครงสร้างสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณาที่ตั้งโครงสร้างสะพานว่าอยู่ใกล้จุดตัดทางน้ำหรือไม่ หากอยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ จะมีความเสี่ยงต่อการกัดเซาะโครงสร้างมาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-15**
4) การกัดเซาะรอบโครงสร้างให้ผู้ประเมินพิจารณาการกัดเซาะรอบโครงสร้างโดยทำการเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่รอบโครงสร้างสะพานตั้งแต่เริ่มสร้าง เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลง และอัตราการกัดเซาะที่เกิด เท่าที่จะสามารถสืบค้นได้ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-16**
5) ช่องเปิดโครงสร้างสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณาระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ เช่น ระยะห่างระหว่างตอม่อสะพาน หรือระยะห่างระหว่าง Pier และ Abutment เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของการบีบลดหน้าตัดลำน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้ความเร็วของน้ำมากขึ้นและเกิดการกัดเซาะรอบโครงสร้างแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-17**
6) การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำทั้งในรูปแบบของการพัดพาและการทับถมของตะกอน แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-18** โดยสังเกตจากลักษณะของตะกอนในบริเวณทางน้ำ หากมีการคละขนาดกันอย่างดีแสดงว่าทางน้ำมีเสถียรภาพ มีอัตราการพัดพาและทับถมของตะกอนต่ำมีความเสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถมบริเวณโครงสร้างอยู่เป็นประจำ
7) การเกิดน้ำป่าไหลหลากให้ผู้ประเมินพิจารณาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำป่าไหลหลาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-19** ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกเก็บไว้โดยหน่วยงานต่างๆ มาใช้ หรือใช้วิธีการสอบถามจากชาวบ้านในพื้นที่หากสะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการเกิดน้ำป่าไหลหลากจะกล่าวได้ว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการพังทลาย แต่หากสะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิดน้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ จะส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างค่อนข้างสูง เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงสร้างเกิดการกัดเซาะได้มาก และเกิดการกระแทกของทั้งน้ำและมวลหินขนาดใหญ่ต่อโครงสร้าง

8) ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำย้อนขึ้นมาจากทางท้ายน้ำของโครงสร้างสะพานแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-20** โดยจะทำการสำรวจพื้นที่ทางด้านท้ายน้ำของโครงสร้าง ว่ามีโครงสร้างทางชลศาสตร์อื่นๆ ตั้งอยู่หรือไม่ และจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกเก็บไว้โดยหน่วยงานหรือชาวบ้านมาใช้พิจารณาว่าเคยเกิดน้ำเอ่อย้อนขึ้นมาทางโครงสร้างหรือไม่ หากพิจารณาแล้วพบว่าไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่จะส่งผลให้น้ำเอ่อทางด้านท้ายน้ำ โครงสร้างจะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยงการพังทลายเกิดขึ้น แต่หากตั้งอยู่พื้นที่ที่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ขวางอยู่ด้านท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้และเกิดการทับถมตะกอนกลับ ทำให้ไม่มีความเสี่ยงต่อการพังทลายจากการกัดเซาะ

9) ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรงให้ผู้ประเมินพิจารณาประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรงแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-21** โดยจะพิจารณาจากสถิติที่ถูกเก็บวัดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือจากสถานีน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียง หรือสอบถามจากชาวบ้านในพื้นที่

10) โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งให้ผู้ประเมินพิจารณาโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-22** จะทำการเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่รอบโครงสร้างสะพานตั้งแต่เริ่มสร้างว่ามีการเกิดน้ำล้นตลิ่งบ่อยครั้งเพียงใด สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง ทางน้ำบริเวณดังกล่าวจะมีความเร็วการไหลเพิ่มขึ้น มีความเสี่ยงต่อการพังทลายมากกว่าสะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง เนื่องจากทางน้ำบริเวณที่มีการไหลล้นตลิ่งจะมีพื้นที่การไหลเพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วการไหลลดลงและเกิดการกัดเซาะน้อยลง

**ตารางที่ 9.2-13** ความลาดชันลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 13.1 | ทางน้ำที่มีความลาดชันน้อย มีความลาดชัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004 | 0 |
| 13.2 | ทางน้ำที่มีความลาดชันปานกลาง มีความ ลาดชันระหว่าง 0.0004 ถึง 0.0015 | 1 |
| 13.3 | ทางน้ำที่มีความลาดชันสูง มีความลาดชัน มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0015 | 2 |

**ตารางที่ 9.2-14** รูปร่างของทางน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 14.1 | Straight | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | 0 |
| 14.2 | Braided | ทางน้ำไขว้ | 1 |
| 14.3 | Meandering | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | 2 |

**ตารางที่ 9.2-15** ที่ตั้งโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 15.1 | ไม่อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงน้อย | 0 |
| 15.2 | อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงมาก | 1 |

**ตารางที่ 9.2-16** การกัดเซาะรอบโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 16.1 | ไม่มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง ไม่มี ความเสี่ยง | 0 |
| 16.2 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง น้อยกว่า 0.30 ม. มีความเสี่ยงน้อย | 1 |
| 16.3 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง 0.30 ม. - 0.90 ม. มีความเสี่ยงปานกลาง | 2-3 |
| 16.4 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง มากกว่า 0.90 ม. มีความเสี่ยงสูง | 4-5 |

**ตารางที่ 9.2-17** ช่องเปิดโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 17.1 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ มีความเหมาะสม ไม่เห็นการไหลเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 17.2 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ ไม่มีความเหมาะสม เห็นการไหลเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน มีความเสี่ยง | 2 |

**ตารางที่ 9.2-18** การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 18.1 | ทางน้ำที่มีการทับถมของตะกอน มีความ เสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถมบริเวณ โครงสร้างอยู่เป็นประจำ | 0 |
| 18.2 | ทางน้ำที่มีเสถียรภาพ อัตราการพัดพาและ ทับถมของตะกอนต่ำ มีความเสี่ยงในระดับ ปานกลาง | 1 |
| 18.3 | ทางน้ำที่มีการพัดพาตะกอน หากมีอัตรา การพัดพาตะกอนสูง จะยิ่งส่งผลให้ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้าง เนื่องจากเกิดการกัดเซาะได้มาก | 2-4 |

**ตารางที่ 9.2-19** การเกิดน้ำป่าไหลหลาก

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 19.1 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการ เกิดน้ำป่าไหลหลาก | 0 |
| 19.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลาก แต่ไม่บ่อยครั้ง | 1-2 |
| 19.3 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ | 3-4 |

**ตารางที่ 9.2-20** ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 20.1 | มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้ และเกิดการทับถมตะกอนกลับ ทำให้ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 20.2 | ไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ จะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยง เกิดขึ้น | 1 |

**ตารางที่ 9.2-21** ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 21.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่เกิน 3 ม. ความเสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างน้อย | 1 |
| 21.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณโครงสร้างเกิน 3 ม. | 2 |

**ตารางที่ 9.2-22** โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 22.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 1 |
| 22.2 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 0 |

### 9.2.4.4. การประเมินค่า Failure Consequence (FC)

การประเมินค่า FC จะพิจารณาข้อมูล แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกัน เป็นค่า FC โดยมีหัวข้อดังนี้

1) รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง ให้ผู้ประเมินพิจารณาและประเมินรูปแบบการพังทลายของโครงสร้างที่อาจเกิดขึ้นได้ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-23**
2) ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวัน ให้ผู้ประเมินพิจารณาปริมาณการจราจรจากค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี หากปริมาณการจราจรตลอดปีมากกว่า 25,000 คันต่อวัน จะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดผลกระทบจากความเสียหายของการพังทลายของโครงสร้าง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-24**
3) ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่งให้ผู้ประเมินพิจารณาความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง พบว่าหากเป็นถนนหลักระหว่างเมืองจะมีความสำคัญและมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.2-25**

**ตารางที่ 9.2-23** รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 23.1 | โครงสร้างพังทลายและถล่มทันที | 5 |
| 23.2 | โครงสร้างมีการพังเสียหายบางส่วน | 3 |
| 23.3 | โครงสร้างมีความเสียหายเป็นจุดๆ จากการร้าวหรือเสียรูปของโครงสร้างบางส่วน | 1 |

**ตารางที่ 9.2-24** ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 24.1 | > 25,000 คัน/วัน | 2 |
| 24.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | 1 |
| 24.3 | <4,000 คัน/วัน | 0 |

**ตารางที่ 9.2-25** ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง

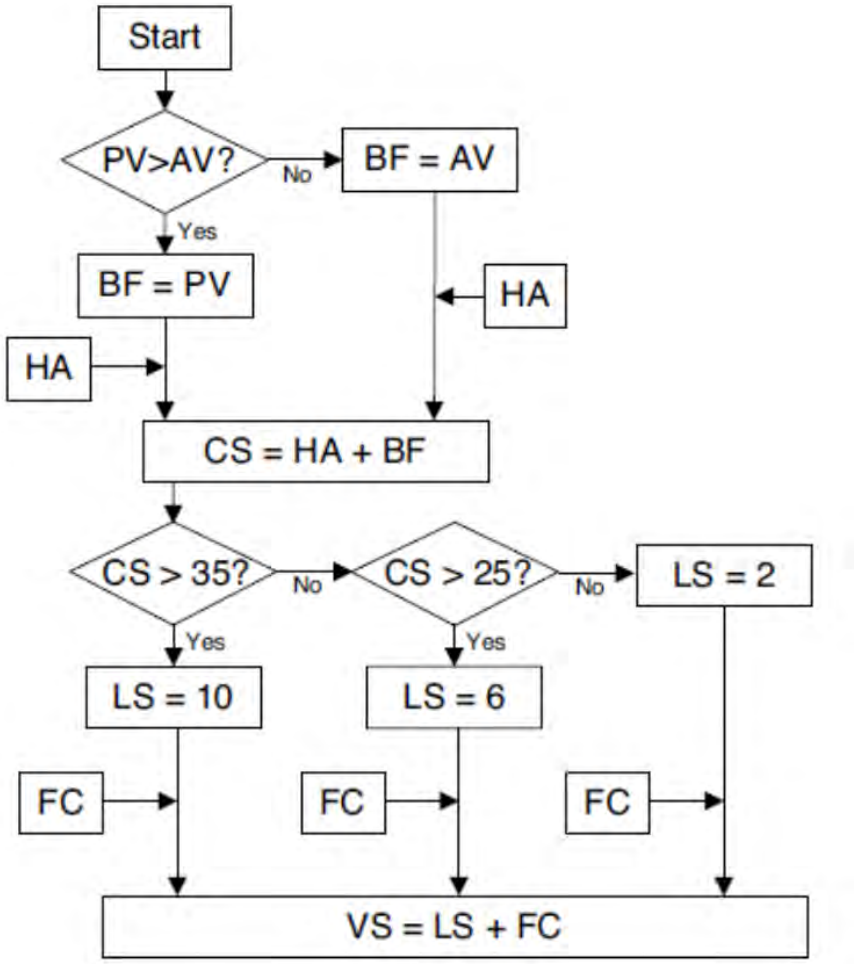
| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 25.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | 3 |
| 25.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | 3 |
| 25.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | 1 |
| 25.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | 0 |

### 9.2.4.5. การประเมินค่า Vulnerability score (VS)

เมื่อทำการสำรวจและประเมินคะแนนจากสภาพทางกายภาพของสะพานตาม**หัวข้อที่ 10.2.4.1 - 10.2.4.4** แล้ว นำไปคำนวณค่าตามลำดับขั้น ซึ่งแสดงดัง**รูปที่ 9.2-1** จากนั้นจะได้ค่า VS ซึ่งมีจำนวนเต็มอยู่ที่ 20 คะแนน มีลำดับขั้นที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) หาค่า Bridge foundation (BF) จากการเปรียบเทียบค่า PV จาก**หัวข้อที่ 10.2.4.1** และค่า AV จาก **หัวข้อที่ 10.2.4.2** ค่าใดที่มากกว่าให้ใช้ค่านั้นระบุชื่อใหม่เป็น ค่า Bridge foundation (BF)
2) หาค่า Consequence score (CS) โดยการนำค่า BF ไปรวมกับค่า HA ที่ได้จาก**หัวข้อที่ 10.2.4.3** ซึ่งจะได้ค่า Consequence score (CS)
3) หาค่า Likelihood score (LS) โดยการพิจารณาค่า CS
   - ถ้า CS > 35 ดังนั้น LS = 10
   - ถ้า 35 > CS > 25 ดังนั้น LS = 6
   - ถ้า CS < 35 ดังนั้น LS = 2
4) หาค่า Vulnerability score (VS) โดยการนำค่า LS ไปรวมกับค่า FC ที่ได้จาก**หัวข้อที่ 10.2.4.4** ซึ่งจะได้ค่า Vulnerability score (VS)

อย่างไรก็ดีจากสถิติการพังทลายของสะพานในเมืองไทย พบว่าสะพานที่ถูกน้ำท่วม มักจะเกิดการพังทลายจากการขาดของรอยต่อระหว่างตัวสะพาน (Deck) และเสาสะพาน (Pier) ซึ่งเป็นผลมาจากการพัดพาของน้ำ ทำให้เกิดแรงด้านข้าง และแรงดันน้ำด้านล่างจากการเอ่อล้นของน้ำใต้สะพาน ดังนั้น จึงได้เพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำเข้าไปในการคำนวณ




**รูปที่ 9.2-1** ลำดับการคำนวณค่า VS

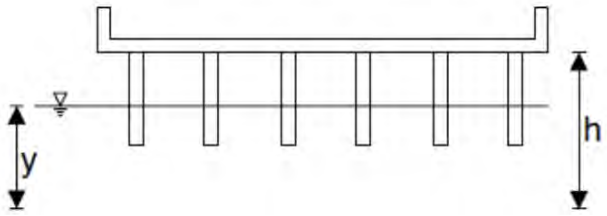
### 9.2.4.6. การประเมินค่า New vulnerability score (NVS)

การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้านระดับน้ำ จะใช้ตัวแปรที่สำคัญ ดัง**รูปที่ 9.2-2** คือ

$h$ = ค่าระดับท้องสะพาน (เมตร รทก.)

$y$ = ค่าระดับที่ผิวน้ำ (เมตร รทก.)

จากนั้นตัวแปรที่สนใจคือช่องว่างระหว่างท้องสะพานและระดับน้ำ (*h-y*) ซึ่งพบว่า ยิ่งค่า (*h-y*) มีค่าน้อย สะพานดังกล่าวจะยิ่งมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง




**รูปที่ 9.2-2** ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำ

การพิจารณาอัตราส่วนของตัวแปรที่สำคัญทั้งหมด และพบว่าตัวแปรรูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง (Potential failure type) เป็นตัวแปรที่ระบบเดิมให้ความสำคัญค่อนข้างมาก โดยให้มีคะแนนสูงสุดได้ถึง 5 คะแนน จากคะแนนรวมทั้งระบบของทุกตัวแปร (VS) ซึ่งมีคะแนนเต็มเป็น 20 คะแนน หรืออาจกล่าวได้ว่ามีคะแนนสูงถึง 25 เปอร์เซนต์ของคะแนน VS ดังนั้นการพังทลายที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มของระดับน้ำ (*h-y*) ซึ่งเป็นตัวแปรที่กำลังสนใจและเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย ควรจะมีค่าน้ำหนักใกล้เคียงกันกับตัวแปร Potential failure type ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ตัวแปร VS ถูกคูณด้วยค่าน้ำหนักร้อยละ 80 ดังนั้น คะแนนสูงที่สุดของ Potential failure type จะคิดเป็น 4 คะแนนในระบบ

จากนั้น ให้เพิ่มค่าตัวแปรระดับน้ำ (*h-y*) เข้าไปในระบบอีกร้อยละ 20 ซึ่งจากอัตราส่วนดังกล่าว คะแนนความเสี่ยงสูงสุดของค่าตัวแปรระดับน้ำ จะอยู่ที่ 4 คะแนนในระบบ เท่ากับ Potential failure type พอดีและเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า การให้คะแนนความเสี่ยงด้านระดับน้ำ ควรมีค่าดัง**ตารางที่ 9.2-26** เมื่อทราบค่า (*h-y*) แล้วจึงพิจารณาคะแนนความเสี่ยงจากระดับน้ำ Water level(WL) จากนั้น ใช้สมการเพื่อหาค่า NVS ได้จาก

$$NVS = (0.8VS) + (WL)$$

เมื่อคำนวณค่า NVS ได้ดังสมการข้าง แล้วจะสามารถพิจารณาความเสี่ยงของการพังทลายของสะพานได้ทันที โดยคะแนนและเงื่อนไขต่างๆ สามารถพิจารณาได้ดัง**ตารางที่ 9.2-27** และควรมีการดำเนินการตามที่ได้นำเสนอไว้

**ตารางที่ 9.2-26** เงื่อนไขคะแนนสำหรับการประเมินความเสี่ยงด้านระดับน้ำ

| ช่องว่างระหว่างท้องสะพาน และผิวน้ำ (h-y) | คะแนนความเสี่ยง (WL) |
|---|---|
| <0.5 m. | 4 |
| 0.5 m. – 0.99 m. | 3 |
| 1.0 m. – 1.49 m. | 2 |
| 1.50 m. – 1.99 m. | 1 |
| >= 2.0 m. | 0 |

**ตารางที่ 9.2-27** เงื่อนไขคะแนนสำหรับการประเมินความเสี่ยงตามกลุ่มสะพาน

| ลำดับ | คะแนน |
|---|---|
| 0 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ |
| 1-8 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ แต่ควรมีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ |
| 9-12 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง |
| 13-14 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 15 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |
| 16-20 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างเกือบทั้งสะพานเพื่อความปลอดภัย |

## 9.3. การสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนนและสะพานจากภัยพิบัติ

ในการดำเนินงานสำรวจข้อมูลภาคสนาม สำหรับตำแหน่งที่เคยเกิดการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลจริงของสาเหตุและรูปแบบความเสียหายที่เกิดขึ้น จะเป็นการรวบรวมตำแหน่งของถนนและสะพานที่เคยเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติขึ้นในอดีต โดยรวบรวมข้อมูลรายงานเหตุการณ์จากระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน รวมถึงการนำเสนอแบบฟอร์มการสำรวจ เพื่อให้กรรมการพิจารณาก่อนดำเนินการ ซึ่งรายละเอียดของผลการดำเนินงานแสดงได้ดังนี้

### 9.3.1. การคัดเลือกตำแหน่งของถนนและสะพานในการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ในคัดเลือกตำแหน่งของถนนและสะพานสำหรับการสำรวจข้อมูลภาคสนามของโครงการ ที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูลการรายงานการเกิดภัยพิบัติ จากระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน และนำมากำหนดตำแหน่ง โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกมีแนวทางดังนี้

#### 9.3.1.1. การคัดเลือกตำแหน่งถนน

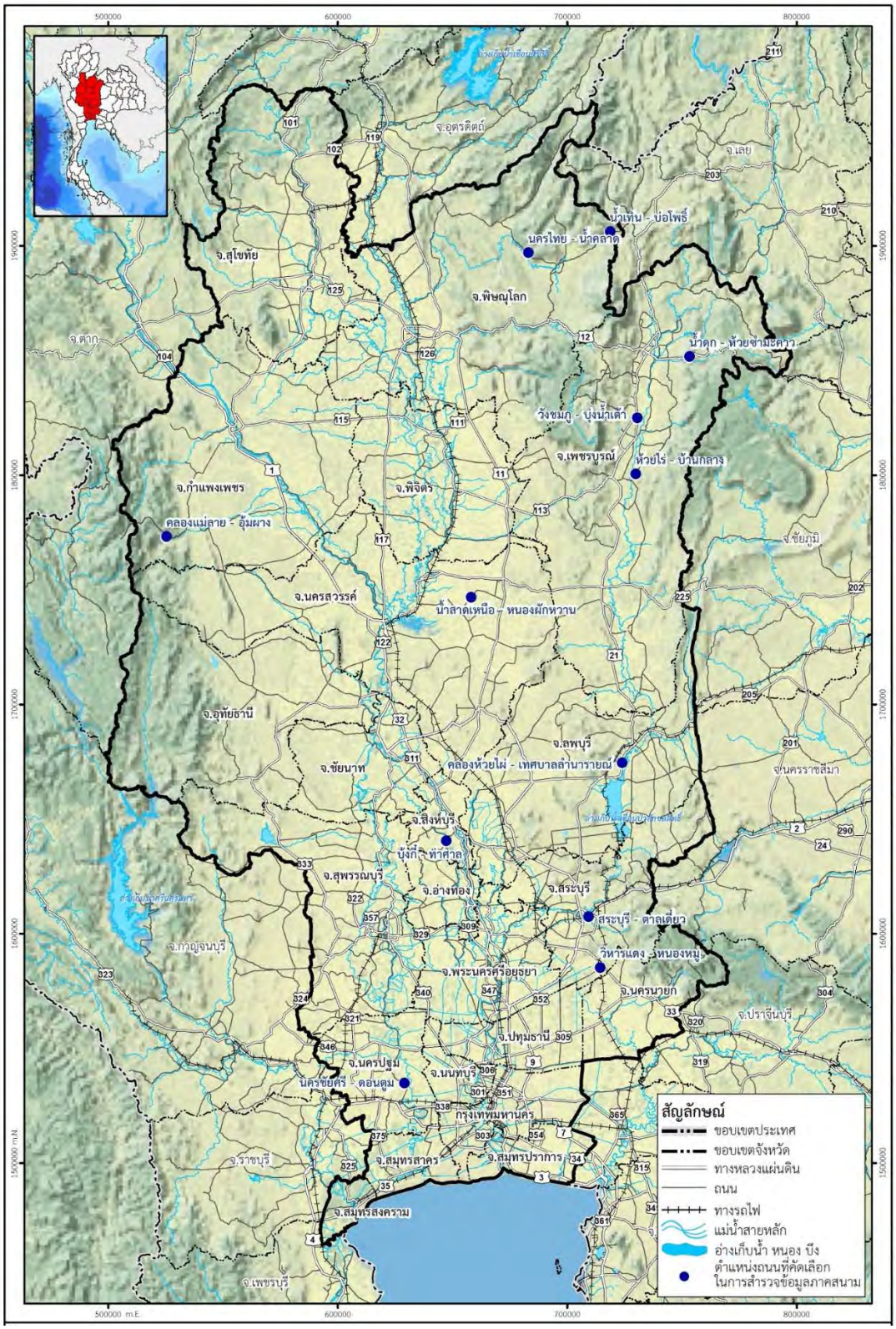
หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตำแหน่งการสำรวจข้อมูลการพิบัติของถนน มีแนวทางดังนี้

(1) คัดเลือกจากข้อมูลรายงานสถานการณ์ภัยพิบัติในระบบระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน
(2) พิจราณาเฉพาะจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย
(3) พิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่มีการรายงานตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติครบทั้ง ละติจูดและลองติจูด
(4) พิจารณาเฉพาะรูปแบบความเสียหาย ที่เกิดขึ้นในลักษณะผิวทางและโครงสร้างทางชำรุดเสียหายและดินสไลด์/คันทาง สไลด์
(5) ตำแหน่งที่เลือกคัดเลือกจะเป็นตำแหน่ง ที่อยู่ติดกับลำน้ำหรือแม่น้ำสายหลัก
(6) หากตำแหน่งที่ผ่านการคัดเลือกตามหลักเกณฑ์ข้อที่ (1) ถึง (5) มีจำนวนมาก (มากกว่า 10 ตำแหน่ง) จะทำการเรียงลำดับความสำคัญตามสถิติของจำนวนครั้งที่เกิดสถานการณ์ภัยพิบัติ

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปตำแหน่งข้อมูลที่จะเข้าไปสำรวจภาคสนามได้ดัง**รูปที่ 9.3-1** และ**ตารางที่ 9.3-1**

**ตารางที่ 9.3-1** ตำแหน่งการสำรวจถนนเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

| ลำดับ | สายทาง | ตอน | ชื่อตอน | กม.เริ่มต้น | กม.สิ้นสุด | หน่วยงานรับผิดชอบ | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1117 | 100 | คลองแม่ลาย - อุ้มผาง | 69+375 | 69+490 | สทล. 4 (ตาก) | กำแพงเพชร | ปางศิลาทอง | ปางตาไว |
| 2 | 1143 | 101 | นครไทย - น้ำคลาด | 14+915 | 14+940 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิษณุโลก | นครไทย | บ้านพร้าว |
| 3 | 2013 | 102 | น้ำเทิน - บ่อโพธิ์ | 60+180 | 60+190 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิษณุโลก | นครไทย | บ่อโพธิ์ |
| 4 | 21 | 501 | วังชมภู - บุ่งน้ำเต้า | 231+348 | 231+448 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | เมืองเพชรบูรณ์ | นางั่ว |
| 5 | 12 | 603 | น้ำดุก - ห้วยซำมะคาว | 374+700 | 374+715 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | หล่มสัก | ปากช่อง |
| 6 | 2275 | 301 | ห้วยไร่ - บ้านกลาง | 131+000 | 131+300 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | เมืองเพชรบูรณ์ | น้ำร้อน |
| 7 | 1119 | 101 | น้ำสาดเหนือ - หนองผักหวาน | 17+000 | 18+700 | สทล. 11 (ลพบุรี) | นครสวรรค์ | ท่าตะโก | สายลำโพง |
| 8 | 205 | 202 | คลองห้วยไผ่ - เทศบาลลำนารายณ์ | 63+752 | 63+972 | สทล. 11 (ลพบุรี) | ลพบุรี | ชัยบาดาล | ชัยบาดาล |
| 9 | 2 | 101 | สระบุรี - ตาลเดี่ยว | 3+200 | 3+215 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สระบุรี | เมืองสระบุรี | ปากเพรียว |
| 10 | 3045 | 100 | วิหารแดง - หนองหมู | 1+400 | 1+800 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สระบุรี | วิหารแดง | หนองสรวง |
| 11 | 3032 | 100 | บุ้งกี๋ - ท่าศาล | 7+000 | 8+000 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สิงห์บุรี | ค่ายบางระจัน | ท่าข้าม |
| 12 | 3233 | 100 | นครชัยศรี - ดอนตูม | 10+487 | 10+577 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | นครชัยศรี | วัดละมุด |




**รูปที่ 9.3-1** ตำแหน่งการสำรวจถนนเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

### 9.3.1.2. การคัดเลือกตำแหน่งสะพาน

หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกตำแหน่งการสำรวจข้อมูลการพิบัติของถนน มีแนวทางดังนี้

(1) คัดเลือกจากข้อมูลรายงานสถานการณ์ภัยพิบัติในระบบระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน

(2) พิจราณาเฉพาะจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย

(3) พิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่มีการรายงานตำแหน่งการเกิดภัยพิบัติครบทั้ง ละติจูดและลองติจูด

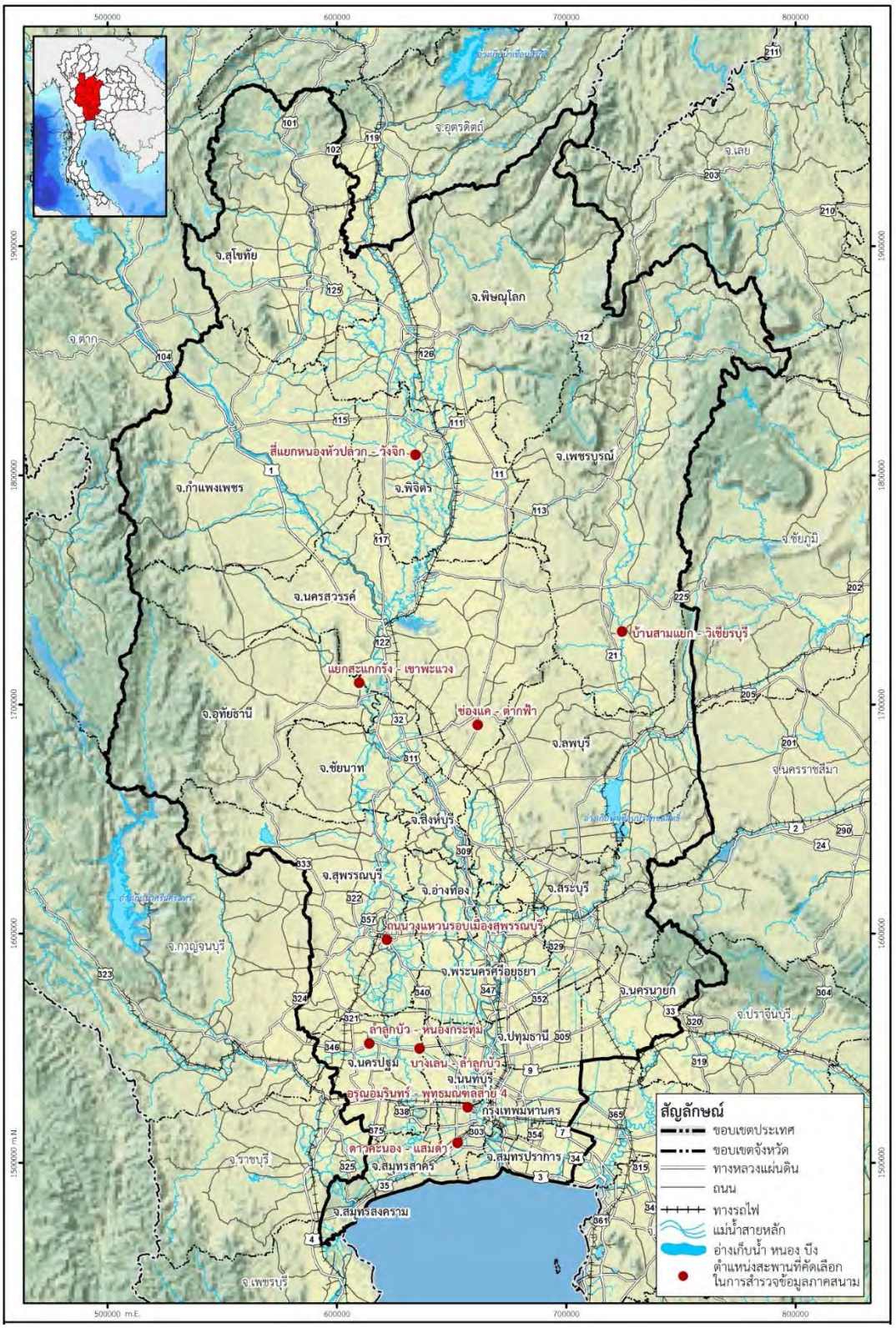
(4) พิจารณาเฉพาะรูปแบบความเสียหาย ที่เกิดขึ้นในลักษณะสะพานขาด/สะพานชำรุด (คอสะพานขาด/ตอม่อทรุด)

(5) หากตำแหน่งที่ผ่านการคัดเลือกตามหลักเกณฑ์ข้อที่ (1) ถึง (4) มีจำนวนมาก (มากกว่า 10 ตำแหน่ง) จะทำการเรียงลำดับความสำคัญตามสถิติของจำนวนครั้งที่เกิดสถานการณ์ภัยพิบัติ

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปตำแหน่งข้อมูลที่จะเข้าไปสำรวจภาคสนามได้ดัง**รูปที่ 9.3-2** และ**ตารางที่ 9.3-2**

**ตารางที่ 9.3-2** ตำแหน่งการสำรวจสะพานเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

| ลำดับ | สายทาง | ตอน | ชื่อตอน | กม.เริ่มต้น | กม.สิ้นสุด | หน่วยงานรับผิดชอบ | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1276 | 100 | สี่แยกหนองหัวปลวก - วังจิก | 13+873 | 13+874 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิจิตร | โพธิ์ประทับช้าง | วังจิก |
| 2 | 2012 | 100 | บ้านสามแยก - วิเชียรบุรี | 5+617 | 5+618 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | วิเชียรบุรี | สระประดู่ |
| 3 | 11 | 201 | ช่องแค - ตากฟ้า | 34+160 | 34+194 | สทล. 11 (ลพบุรี) | นครสวรรค์ | ตากฟ้า | เขาชายธง |
| 4 | 357 | 104 | ถนนวงแหวนรอบเมืองสุพรรณบุรี | 43+810 | 43+811 | สทล.12 (สุพรรณบุรี) | สุพรรณบุรี | เมืองสุพรรณบุรี | ท่าระหัด |
| 5 | 3220 | 100 | แยกสะแกกรัง - เขาพะแวง | 8+500 | 8+550 | สทล.12 (สุพรรณบุรี) | อุทัยธานี | เมืองอุทัยธานี | หนองไผ่แบน |
| 6 | 338 | 101 | อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4 | 9+900 | 9+910 | สทล.13 (กรุงเทพ) | กรุงเทพมหานคร | ตลิ่งชัน | ตลิ่งชัน |
| 7 | 35 | 100 | ดาวคะนอง - แสมดำ | 9+931 | 9+746 | สทล.13 (กรุงเทพ) | กรุงเทพมหานคร | บางขุนเทียน | แสมดำ |
| 8 | 346 | 301 | บางเลน - ลำลูกบัว | 43+025 | 43+145 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | บางเลน | บางภาษี |
| 9 | 346 | 302 | ลำลูกบัว - หนองกระทุ่ม | 66+700 | 66+800 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | กำแพงแสน | ดอนข่อย |




**รูปที่ 9.3-2** ตำแหน่งการสำรวจสะพานเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

### 9.3.2. แบบฟอร์การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ในการจัดทำแบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ที่ปรึกษาจะจัดเตรียมโดยให้ครอบคลุมการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับถนนและสะพาน ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดัง**รูปที่ 9.3-3** และ **รูปที่ 9.3-4** ดังนี้

## แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลภาคสนามด้านความเสี่ยงการพิบัติของถนน

**ชื่อสะพาน**.....

**ตำแหน่งที่ตั้งหมาย**

**เรเลขทางหลวง**.....**ตอน**..... **กม.เริ่มต้น**..... **กม.สิ้นสุด**.....

**หน่วยงานรับผิดชอบ**

**หมวดทางหลวง**.....**แขวงทางหลวง**.....**สำนักงานทางหลวงที่**.....

**ตารางที่ 1** ระยะห่างจากลำน้ำ

| ลำดับ | รายละเอียด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 1.1 | 0-5 ม. | |
| 1.2 | 5-20 ม. | |
| 1.3 | 20-50 ม. | |
| 1.4 | 50 – 100 ม. | |

**ตารางที่ 2** ความลาดชันคันทาง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ (ดิ่ง:ลาด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 2.1 | มากกว่า 1:1 | |
| 2.2 | ระหว่าง 1:1 ถึง 1: 5 | |
| 2.3 | ระหว่าง 1:1.5 ถึง 1: 2 | |
| 2.4 | น้อยกว่า 1:2 | |

**ตารางที่ 3** ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำที่ลดลงสูงสุดและต่ำสุด

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 3.1 | <0.50 ม. | |
| 3.2 | 0.50-1.00 ม. | |
| 3.3 | 1.0-1.50 ม. | |
| 3.4 | 1.50-2.0 ม. | |
| 3.5 | >2.00 ม. | |



**รูปที่ 9.3-3** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

**ตารางที่ 4** โครงสร้างชั้น Subgrade

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 4.1 | Cruch Roack | |
| 4.2 | Soil Aggrate | |
| 4.3 | Sand Embnakment | |

**ตารางที่ 5** โครงสร้างชั้น Subbase

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 5.1 | Cruch Roack | |
| 5.2 | Soil Aggrate | |
| 5.3 | Sand Embnakment | |

**ตารางที่ 6** โครงสร้างชั้น Basease

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 6.1 | Cruch Roack | |
| 6.2 | Soil Aggrate | |
| 6.3 | Sand Embnakment | |

**ตารางที่ 7** การป้องกันตลิ่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 7.1 | ไม่มี | |
| 7.2 | ปลูกหญ้า | |
| 7.3 | ดาดคอนกรีต | |
| 7.4 | Gabion | |
| 7.5 | กระสอบทราย | |
| 7.6 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวลาด | |
| 7.7 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวตั้ง (Retaining Wall) | |
| 7.8 | อื่นๆ (ระบุ) | |

(2)

**รูปที่ 9.3-3 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

**ตารางที่ 7** การป้องกันตลิ่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 7.1 | ไม่มี | |
| 7.2 | ปลูกหญ้า | |
| 7.3 | ดาดคอนกรีต | |
| 7.4 | Gabion | |
| 7.5 | กระสอบทราย | |
| 7.6 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวลาด | |
| 7.7 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวตั้ง (Retaining Wall) | |
| 7.8 | อื่นๆ (ระบุ) | |

**ตารางที่ 8** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ แนวถนน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 8.1 | 0-20 องศา | |
| 8.2 | 20-45 องศา | |
| 8.3 | 45-90 องศา | |
| 8.4 | >90 องศา | |

**ตารางที่ 9** รูปร่างของทางน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| 9.1 | Straight | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | |
| 9.2 | Braided | ทางน้ำไขว้ | |
| 9.3 | Meandering | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้าย ตัว “S” | |

**ตารางที่ 10** ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 10.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ผิวทาง | |
| 10.2 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | |
| 10.3 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณเกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | |

(3)

**รูปที่ 9.3-3 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

**ตารางที่ 12** ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 12.1 | > 25,000 คัน/วัน | |
| 12.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | |
| 12.3 | <4,000 คัน/วัน | |

**ตารางที่ 13** ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 13.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | |
| 13.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | |
| 13.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | |
| 13.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | |

**ตารางที่ 14** สาเหตุการพิบัติของถนน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 14.1 | ความแตกต่างของระดับน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ทำให้ดินสูญเสียเสถียรภาพ | |
| 14.2 | ถูกน้ำกัดเซาะในแนวตั้งฉากกับถนน เนื่องจากช่องระบายน้ำไม่เพียงพอ | |
| 14.3 | น้ำท่วมไหลล้นข้ามถนน ทำให้เกิดการพิบัติ | |
| 14.4 | ไหล่ทางมีความลาดชันเกินไป | |
| 14.5 | ไม่มีวัสดุป้องกันการกัดเซาะบริเวณไหล่ทาง | |
| 14.6 | อื่นๆ ระบุ | |

(4)

**รูปที่ 9.3-3 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของถนน

## แบบฟอร์มการสำรวจข้อมูลภาคสนามด้านความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ชื่อสะพาน**.....

**ตำแหน่งที่ตั้งหมาย**

**เลขทางหลวง**.....**ตอน**..... กม.....

**หน่วยงานรับผิดชอบ**

**หมวดทางหลวง**.....**แขวงทางหลวง**.....**สำนักงานทางหลวงที่**.....

**ตารางที่ 1** การป้องกันการกัดเซาะ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| 1.1 | Not Req'd | Pier ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มี ความเสี่ยงการกัดเซาะ คือ ไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | |
| 1.2 | Sheet pile wall | ป้องกัน Pier โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | |
| 1.3 | Cofferdam | ป้องกัน Pier โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | |
| 1.4 | Riprap | ป้องกัน Pier โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | |
| 1.5 | Other | ป้องกัน Pier โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | |
| 1.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Pier มีความ เสี่ยงสูงมาก | |

**ตารางที่ 2** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 2.1 | 0-20 องศา | |
| 2.2 | 20-45 องศา | |
| 2.3 | 45-90 องศา | |
| 2.4 | >90 องศา | |



**รูปที่ 9.3-4** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 3** ความกว้างของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 3.1 | <0.90 ม. | |
| 3.2 | 0.90-1.50 ม. | |
| 3.3 | 1.50-2.40 ม. | |
| 3.4 | 2.40-3.00 ม. | |
| 3.5 | >3.00 ม. | |

**ตารางที่ 4** จำนวน Pier บนพื้นที่น้ำท่วมถึง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 4.1 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่ในน้ำ | 2 |
| 4.2 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่บนบก | 0 |

**ตารางที่ 5** ฐานรากของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 5.1 | เสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต | |
| 5.2 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะไม่ได้ | |
| 5.3 | เสาเข็มไม้ | |
| 5.4 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะได้ | |
| 5.5 | ฐานรากแผ่บนพื้นดิน | |
| 5.6 | ไม่ทราบชนิดของฐานราก | |

**ตารางที่ 4.2-6** ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 6.1 | >6.00 ม. | |
| 6.2 | 4.50-6.00 ม. | |
| 6.3 | 3.00-4.50 ม. | |
| 6.4 | 2.10-3.00 ม. | |
| 6.5 | 1.20-2.10 ม. | |
| 6.6 | <1.20 ม. | |

(2)

**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 7** รูปแบบของช่วงสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 7.1 | โครงสร้างสะพานมีหลายช่วง บนลำน้ำ | |
| 7.2 | โครงสร้างสะพานมีช่วงเดียว บนลำน้ำ | |

**ตารางที่ 8** การป้องกันการกัดเซาะ Abutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| 8.1 | Not Req'd | Abutment ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่ไม่มีความเสี่ยงการกัดเซาะ คือไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | |
| 8.2 | Sheet pile wall | ป้อง กัน Abutment โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็น โครงสร้างถาวร ไม่มีความ เสี่ยง | |
| 8.3 | Cofferdam | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | |
| 8.4 | Riprap | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | |
| 8.5 | Other | ป้องกัน Abutment โดยใช้โครงสร้าง ชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | |
| 8.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Abutment มีความ เสี่ยงสูงมาก | |

**ตารางที่ 9** ตำแหน่งของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 9.1 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถม ตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ ไม่มีความเสี่ยง | |
| 9.2 | Abutment ตั้งอยู่บนทางน้ำตรง ความเร็วน้ำ คงที่ ไม่มีความเสี่ยง | |
| 9.3 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก มีการกัด เซาะและความเร็วน้ำสูงต่ำ มีความเสี่ยงสูง | |



**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 4.2-10** การวาง Ambutment รุกล้ำลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 10.1 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ไม่มีความเสี่ยง | |
| 10.2 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีน้ำล้นมา 10-25% ของปริมาณน้ำ ในลำน้ำ มีความเสี่ยงปานกลาง | |
| 10.3 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมามากกว่า 25% ของปริมาณน้ำในลำน้ำ มีความเสี่ยงสูง | |

**ตารางที่ 11** ฐานรากของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| Abutment แบบ Spill through | | |
| 11.1 | Pile เป็นเหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 6 ม. หรือฐานรากแผ่บนหินที่ไม่มีการกัดเซาะ | |
| 11.2 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | |
| 11.3 | ฐานรากแผ่บนดิน | |
| 11.4 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | |
| Abutment แบบ Vertical wall | | |
| 11.5 | Pile เหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 20 ฟุต หรือฐานรากแผ่บนหินไม่มีการกัดเซาะ | |
| 11.6 | Pile เป็นไม้ | |
| 11.7 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | |
| 11.8 | มีฐานรากแผ่บนดิน | |
| 11.9 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | |
| 11.10 | Abutment แบบ ท่อลอด | |

**ตารางที่ 12** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 12.1 | 0-20 องศา | |
| 12.2 | 20-45 องศา | |
| 12.3 | 45-90 องศา | |
| 12.4 | >90 องศา | |



**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 13** ความลาดชันลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 13.1 | ทางน้ำที่มีความลาดชันน้อย มีความลาดชัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004 | |
| 13.2 | ทางน้ำที่มีความลาดชันปานกลาง มีความ ลาดชันระหว่าง 0.0004 ถึง 0.0015 | |
| 13.3 | ทางน้ำที่มีความลาดชันสูง มีความลาดชัน มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0015 | |

**ตารางที่ 14** รูปร่างของทางน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|---|
| 14.1 | Straight | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | |
| 14.2 | Braided | ทางน้ำไขว้ | |
| 14.3 | Meandering | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้าย ตัว “S” | |

**ตารางที่ 15** ที่ตั้งโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 15.1 | ไม่อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงน้อย | |
| 15.2 | อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงมาก | |

**ตารางที่ 16** การกัดเซาะรอบโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 16.1 | ไม่มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง ไม่มี ความเสี่ยง | |
| 16.2 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง น้อยกว่า 0.30 ม. มีความเสี่ยงน้อย | |
| 16.3 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง 0.30 ม. - 0.90 ม. มีความเสี่ยงปานกลาง | |
| 16.4 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง มากกว่า 0.90 ม. มีความเสี่ยงสูง | |

(5)

**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 17** ช่องเปิดโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 17.1 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ มีความเหมาะสม ไม่เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่มีความเสี่ยง | |
| 17.2 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ ไม่มีความเหมาะสม เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน มีความเสี่ยง | |

**ตารางที่ 18** การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 18.1 | ทางน้ำที่มีการทับถมของตะกอน มีความ เสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถมบริเวณ โครงสร้างอยู่เป็นประจำ | |
| 18.2 | ทางน้ำที่มีเสถียรภาพ อัตราการพัดพาและ ทับถมของตะกอนต่ำ มีความเสี่ยงในระดับ ปานกลาง | |
| 18.3 | ทางน้ำที่มีการพัดพาตะกอน หากมีอัตรา การพัดพาตะกอนสูง จะยิ่งส่งผลให้ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้าง เนื่องจากเกิดการกัดเซาะได้มาก | |

**ตารางที่ 19** การเกิดน้ำป่าไหลหลาก

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 19.1 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการ เกิดน้ำป่าไหลหลาก | |
| 19.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลาก แต่ไม่บ่อยครั้ง | |
| 19.3 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ | |

**ตารางที่ 20** ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 20.1 | มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้ และเกิดการทับถมตะกอนกลับ ทำให้ไม่มีความเสี่ยง | |
| 20.2 | ไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ จะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยง เกิดขึ้น | |

(6)

**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 21** ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 21.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่เกิน 3 ม. ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างน้อย | |
| 21.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณโครงสร้างเกิน 3 ม. | |

**ตารางที่ 22** โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 22.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | |
| 22.2 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | |

**ตารางที่ 23** รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 23.1 | โครงสร้างพังทลายและถล่มทันที | |
| 23.2 | โครงสร้างมีการพังเสียหายบางส่วน | |
| 23.3 | โครงสร้างมีความเสียหายเป็นจุดๆ จากการร้าวหรือเสียรูปของโครงสร้างบางส่วน | |

**ตารางที่ 24** ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 24.1 | > 25,000 คัน/วัน | |
| 24.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | |
| 24.3 | <4,000 คัน/วัน | |

**ตารางที่ 25** ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 25.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | |
| 25.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | |
| 25.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | |
| 25.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | |

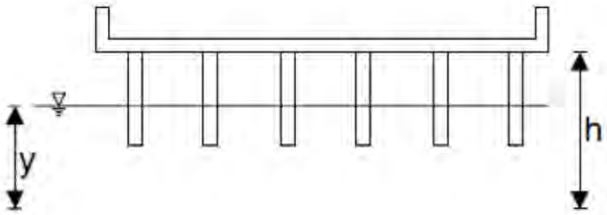
(7)

**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

**ตารางที่ 26** การประเมินความเสี่ยงด้านระดับน้ำ

| ช่องว่างระหว่างท้องสะพาน และผิวน้ำ (h-y) | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|
| <0.5 m. | |
| 0.5 m. – 0.99 m. | |
| 1.0 m. – 1.49 m. | |
| 1.50 m. – 1.99 m. | |
| >= 2.0 m. | |




**ตารางที่ 27** การประเมินสาเหตุการพิบัติของสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รูปแบบที่สอดคล้อง |
|---|---|---|
| 27.1 | Abutment ถูกกัดเซาะ | |
| 27.2 | กระแสน้ำรุนแรง | |
| 27.3 | ช่องว่างระหว่างตอม่อแคบทำให้มีเศษวัสดุมาติดเพิ่มแรงกระทำต่อโครงสร้าง | |
| 27.4 | วัสดุคอนกรีตหรือโครงสร้าง เกิดการผุกร่อน เสียหาย | |
| 27.5 | ทางน้ำโค้งเกิดกระแสหมุนวนกัดเซาะโครงสร้าง | |
| 27.6 | อื่นๆ ระบุ | |

(8)

**รูปที่ 9.3-4 (ต่อ)** แบบฟอร์มการสำรวจความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน

### 9.3.3. การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

ที่ปรึกษาได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลภาคสนามสำหรับตำแหน่งถนนและสะพานที่ได้ทำการคัดเลือก ตามที่แสดงใน**หัวข้อที่ 10.3.1** ดังแสดงใน**รูปที่ 9.3-5** ถึง **9.3-25** และสามารถสรุปข้อมูลผลการสำรวจตามแบบฟอร์มการสำรวจ ที่กำหนดไว้ใน**หัวข้อที่ 10.3.2** ได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.3-5** และ **9.3-6** โดยข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงของถนนและสะพานจากภัยพิบัติซึ่งจะกล่าวไว้ในหัวข้อถัดไป

**รูปที่ 9.3-5** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 1117 ตอน 100 กม.69+375 ถึง 69+490

**รูปที่ 9.3-6** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 1143 ตอน 101 กม.14+915 ถึง 14+940

**รูปที่ 9.3-7** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 2013 ตอน 102 กม.60+180 ถึง 60+190

**รูปที่ 9.3-8** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 21 ตอน 501 กม.231+348 ถึง 231+448

**รูปที่ 9.3-9** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 12 ตอน 603 กม.374+700 ถึง 374+715

**รูปที่ 9.3-10** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 2275 ตอน 301 กม.131+000 ถึง 131+300

**รูปที่ 9.3-11** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 1119 ตอน 101 กม.17+000 ถึง 18+700

**รูปที่ 9.3-12** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 205 ตอน 301 กม.131+000 ถึง 131+300

**รูปที่ 9.3-13** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 2 ตอน 101 กม.3+200 ถึง 3+251

**รูปที่ 9.3-14** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 3045 ตอน 100 กม.1+400 ถึง 1+800

**รูปที่ 9.3-15** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 3032 ตอน 100 กม.7+000 ถึง 8+000

**รูปที่ 9.3-16** ผลการสำรวจความเสี่ยงของทางหลวงหมายเลข 3233 ตอน 100 กม.10+487 ถึง 10+577

**รูปที่ 9.3-17** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 1276 ตอน 100 กม.13+873 ถึง 13+874

**รูปที่ 9.3-18** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 2012 ตอน 100 กม.5+617 ถึง 5+618

**รูปที่ 9.3-19** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 201 ตอน 100 กม.34+160 ถึง34+194

**รูปที่ 9.3-20** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 357 ตอน 104 กม.43+810 ถึง43+811

**รูปที่ 9.3-21** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 3220 ตอน 100 กม.8+500 ถึง 8+550

**รูปที่ 9.3-22** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 338 ตอน 101 กม.9+900 ถึง 9+910

**รูปที่ 9.3-23** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 35 ตอน 100 กม.9+931 ถึง 9+946

**รูปที่ 9.3-24** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน 301 กม.43+025 ถึง43+145

**รูปที่ 9.3-25** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพานบนทางหลวงหมายเลข 346 ตอน 302 กม.66+700 ถึง66+800

**ตารางที่ 9.3-5** ผลการสำรวจความเสี่ยงของถนน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 1. ระยะห่างจากลำน้ำ | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 0-5 ม. | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| 1.2 | 5-20 ม. | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| 1.3 | 20-50 ม. | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | 50 – 100 ม. | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| 2. ความลาดชันคันทาง | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | มากกว่า 1:1 | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ |
| 2.2 | ระหว่าง 1:1 ถึง 1: 5 | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| 2.3 | ระหว่าง 1:1.5 ถึง 1: 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | น้อยกว่า 1:2 | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 3. ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำที่ลดลงสูงสุดและต่ำสุด | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | <0.50 ม. | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | |
| 3.2 | 0.50-1.00 ม. | | | | | | | | ✓ | | | | | |
| 3.3 | 1.0-1.50 ม. | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| 3.4 | 1.50-2.0 ม. | | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | ✓ |
| 3.5 | >2.00 ม. | | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| 4. โครงสร้างชั้น Subgrde | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Cruch Roack | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| 4.2 | Soil Aggrate | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | |
| 5. โครงสร้างชั้น Subbase | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Cruch Roack | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5.2 | Soil Aggrate | | | | | | | | | | | | | |
| 5.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-5 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของถนน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 6. โครงสร้างชั้น Basease | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Cruch Roack | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1.2 | Soil Aggrate | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | |
| 7. การป้องกันตลิ่ง | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | ไม่มี | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 | ปลูกหญ้า/หญ้าขึ้นเองตามธรรมชาติ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7.3 | ดาดคอนกรีต | | | | | ✓ | | | | | | | | |
| 7.4 | Gabion | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | กระสอบทราย | | | | | | | | | | | | | |
| 7.6 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวลาด | | | | | | | | | | | | | |
| 7.7 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวตั้ง (Retaining Wall) | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7.8 | อื่นๆ (ระบุ) | | | | | | | | | | | | | |
| 8. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ แนวถนน | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | 0-20 องศา | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 8.2 | 20-45 องศา | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 8.3 | 45-90 องศา | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | |
| 8.4 | >90 องศา | | | | | | | | | | | | | |
| 9. รูปร่างของทางน้ำ | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9.2 | ทางน้ำไขว้ | | | | ✓ | | | | | | | | | |
| 9.3 | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | |

**ตารางที่ 9.3-5 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของถนน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 10. ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ผิวทาง | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| 10.2 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | | |
| 10.3 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณเกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | | |
| 11. ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ท่วมผิวทาง | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| 11.2 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 1-2 วัน | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 11.3 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 2-7 วัน | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | |
| 11.4 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง เกิน 7 วัน | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| 12. ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | > 25,000 คัน/วัน | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | |
| 12.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| 12.3 | <4,000 คัน/วัน | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | | | |
| 13. ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | |
| 13.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | | | | | | | | | | | | ✓ | |
| 13.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| 13.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-5 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของถนน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 14. สาเหตุการพิบัติของถนน | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | ความแตกต่างของระดับน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ทำให้ดินสูญเสียเสถียรภาพ | | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 14.2 | ถูกน้ำกัดเซาะในแนวตั้งฉากกับถนน เนื่องจากช่องระบายน้ำไม่เพียงพอ | | | | | | ✓ | | | | | | | |
| 14.3 | น้ำท่วมไหลล้นข้ามถนน ทำให้เกิดการพิบัติ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | |
| 14.4 | ไหล่ทางมีความลาดชันเกินไป | | | | | | | | | | | | | |
| 14.5 | ไม่มีวัสดุป้องกันการกัดเซาะบริเวณไหล่ทาง | | | ✓ | | | | | | | | | | |
| 14.6 | อื่นๆ ระบุ | | | ไหล่ทางบางช่วงชำรุด ทำให้มีความเสี่ยงต่อการพิบัติ | | มีวัชพืชขึ้น คอนกรีตป้องกันการกัดเซาะ ทำให้ชำรุดและเสี่ยงต่อการพังทลาย | กระแสน้ำไหลลงมาแรง เนื่องจากเป็นที่ลาดชัน | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-6** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 1. ระยะห่างจากลำน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Pier ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มี ความเสี่ยงการกัดเซาะ คือ ไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | | | | | ✓ | | | | | |
| 1.2 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | | | | | | | | | | |
| 1.3 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Cofferdam หรือโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | | | | | | | | | ✓ | |
| 1.4 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | | | | | | | | | | |
| 1.5 | ป้องกัน Pier โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | | | | | | | | | | |
| 1.6 | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Pier มีความ เสี่ยงสูงมาก | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 2. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Pier | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 0-20 องศา | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2.2 | 20-45 องศา | | | | | | ✓ | | | | |
| 2.3 | 45-90 องศา | | | | | | | | | | |
| 2.4 | >90 องศา | | | | | | | | | | |
| 3. ความกว้างของ Pier | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | <0.90 ม. | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3.2 | 0.90-1.50 ม. | | | | | ✓ | | | | | |
| 3.3 | 1.50-2.40 ม. | | | | | | | | | | |
| 3.4 | 2.40-3.00 ม. | | | | | | | | | | |
| 3.5 | >3.00 ม. | | | | | | | | | | |
| 4. จำนวน Pier บนพื้นที่น้ำท่วมถึง | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่ในน้ำ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4.2 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่บนบก | | | | | ✓ | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-6 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 5. ฐานรากของ Pier | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | เสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5.2 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะไม่ได้ | | | | | | | | | | |
| 5.3 | เสาเข็มไม้ | | | | | | | | | | |
| 5.4 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะได้ | | | | | | | | | | |
| 5.5 | ฐานรากแผ่บนพื้นดิน | | | | | | | | | | |
| 5.6 | ไม่ทราบชนิดของฐานราก | | | | | | | | | | |
| 6. ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | >6.00 ม. | | | | | | | | | | |
| 6.2 | 4.50-6.00 ม. | | | | | | | | | | |
| 6.3 | 3.00-4.50 ม. | | | | | | | | | | |
| 6.4 | 2.10-3.00 ม. | | | | | ✓ | | | | ✓ | |
| 6.5 | 1.20-2.10 ม. | | | | | | | | | | |
| 6.6 | <1.20 ม. | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 7. รูปแบบของช่วงสะพาน | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | โครงสร้างสะพานมีหลายช่วง บนลำน้ำ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7.2 | โครงสร้างสะพานมีช่วงเดียว บนลำน้ำ | | | | | ✓ | | | | | |
| 8. การป้องกันการกัดเซาะ Abutment | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | Abutment ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่ไม่มีความเสี่ยงการกัดเซาะ คือไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 8.2 | ป้อง กัน Abutment โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็น โครงสร้างถาวร ไม่มีความ เสี่ยง | | | | | | | | | | |
| 8.3 | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | | | | | | | | | | |
| 8.4 | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | | | | | | | | | | |
| 8.5 | ป้องกัน Abutment โดยใช้โครงสร้าง ชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | | ✓ | | | | ✓ | | | | |
| 8.6 | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Abutment มีความ เสี่ยงสูงมาก | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | ✓ |

**ตารางที่ 9.3-6 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 9. ตำแหน่งของ Ambutment | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถม ตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ ไม่มีความเสี่ยง | | | | | | | | | | |
| 9.2 | Abutment ตั้งอยู่บนทางน้ำตรง ความเร็วน้ำ คงที่ ไม่มีความเสี่ยง | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9.3 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก มีการกัด เซาะและความเร็วน้ำสูงต่ำ มีความเสี่ยงสูง | | ✓ | | | | | | | | |
| 10. การวาง Ambutment รุกล้ำลำน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 10.1 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ไม่มีความเสี่ยง | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| 10.2 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีน้ำล้นมา 10-25% ของปริมาณน้ำ ในลำน้ำ มีความเสี่ยงปานกลาง | | | | | | | | | | ✓ |
| 10.3 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมากกว่า 25% ของปริมาณน้ำในลำน้ำ มีความเสี่ยงสูง | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 11. ฐานรากของ Ambutment | | | | | | | | | | | |
| | Abutment แบบ Spill through | | | | | | | | | | |
| 11.1 | Pile เป็นเหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 6 ม. หรือฐานรากแผ่บนหินที่ไม่มีการกัดเซาะ | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 11.2 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | | | | | | | | | | |
| 11.3 | ฐานรากแผ่บนดิน | | | | | | | | | | |
| 11.4 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | | | | | | | | | | |
| | Abutment แบบ Vertical wall | | | | | | | | | | |
| 11.5 | Pile เหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 20 ฟุต หรือฐานรากแผ่บนหินไม่มีการกัดเซาะ | | | | | | | | | | |
| 11.6 | Pile เป็นไม้ | | | | | | | | | | |
| 11.7 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | | | | | | | | | | |
| 11.8 | มีฐานรากแผ่บนดิน | | | | | | | | | | |
| 11.9 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | | | | | | | | | | |
| 11.10 | Abutment แบบ ท่อลอด | | | | | | | | | | |
| 12. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Ambutment | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | 0-20 องศา | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 12.2 | 20-45 องศา | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 45-90 องศา | | | | | | | | | | |
| 12.4 | >90 องศา | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-6 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 13. ความลาดชันลำน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | ทางน้ำที่มีความลาดชันน้อย มีความลาดชัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004 | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | |
| 13.2 | ทางน้ำที่มีความลาดชันปานกลาง มีความ ลาดชันระหว่าง 0.0004 ถึง 0.0015 | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 13.3 | ทางน้ำที่มีความลาดชันสูง มีความลาดชัน มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0015 | | | | | | | | | | |
| 14. รูปร่างของทางน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 14.2 | ทางน้ำไขว้ | | | | | | | | | | |
| 14.3 | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | | | | | | | | | | |
| 15. ที่ตั้งโครงสร้างสะพาน | | | | | | | | | | | |
| 15.1 | ไม่อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงน้อย | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| 15.2 | อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงมาก | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 16. การกัดเซาะรอบโครงสร้าง | | | | | | | | | | | |
| 16.1 | ไม่มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง ไม่มี ความเสี่ยง | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 16.2 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง น้อยกว่า 0.30 ม. มีความเสี่ยงน้อย | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ |
| 16.3 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง 0.30 ม. - 0.90 ม. มีความเสี่ยงปานกลาง | | ✓ | | | | | ✓ | | | |
| 16.4 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง มากกว่า 0.90 ม. มีความเสี่ยงสูง | | | | | | ✓ | | | | |
| 17. ช่องเปิดโครงสร้างสะพาน | | | | | | | | | | | |
| 17.1 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ มีความเหมาะสม ไม่เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่มีความเสี่ยง | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 17.2 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ ไม่มีความเหมาะสม เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน มีความเสี่ยง | | | | | | | | | | |
| 18. การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 18.1 | ทางน้ำที่มีการทับถมของตะกอน มีความ เสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถม บริเวณ โครงสร้างอยู่เป็นประจำ | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| 18.2 | ทางน้ำที่มีเสถียรภาพ อัตราการพัดพาและ ทับถมของตะกอนต่ำ มีความเสี่ยงในระดับ ปานกลาง | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 18.3 | ทางน้ำที่มีการพัดพาตะกอน หากมีอัตรา การพัดพาตะกอนสูง จะยิ่งส่งผลให้ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้าง เนื่องจากเกิดการกัดเซาะได้มาก | | | ✓ | | | ✓ | | | | |

**ตารางที่ 9.3-6 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 19. การเกิดน้ำป่าไหลหลาก | | | | | | | | | | | |
| 19.1 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการ เกิดน้ำป่าไหลหลาก | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 19.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลาก แต่ไม่บ่อยครั้ง | | | | | | | | | | |
| 19.3 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ | | | | | | | | | | |
| 20. ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 20.1 | มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้ และเกิดการทับถมตะกอนกลับทำให้ไม่มีความเสี่ยง | | ✓ | ✓ | | | | | | | |
| 20.2 | ไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ จะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยง เกิดขึ้น | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 21. ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | |
| 21.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่เกิน 3 ม. ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างน้อย | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 21.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณโครงสร้างเกิน 3 ม. | | ✓ | | | | | ✓ | | | |
| 22. โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 22.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 22.2 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | |
| 23. รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง | | | | | | | | | | | |
| 23.1 | โครงสร้างพังทลายและถล่มทันที | | | | | | | | | | |
| 23.2 | โครงสร้างมีการพังเสียหายบางส่วน | | | | | | ✓ | | ✓ | | |
| 23.3 | โครงสร้างมีความเสียหายเป็นจุดๆ จากการร้าวหรือเสียรูปของโครงสร้างบางส่วน | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | | |
| 23.4 | ไม่มี | | | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| 24. ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน | | | | | | | | | | | |
| 24.1 | > 25,000 คัน/วัน | | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 24.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ |
| 24.3 | <4,000 คัน/วัน | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.3-6 (ต่อ)** ผลการสำรวจความเสี่ยงของสะพาน

| ลำดับ | รายละเอียด | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 25. ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง | | | | | | | | | | | |
| 25.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| 25.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | | | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ |
| 25.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | | ✓ | | | | ✓ | | | | |
| 25.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | | | | | | | | | | |
| 26. ช่องว่างระหว่างท้องสะพานและผิวน้ำ | | | | | | | | | | | |
| 26.1 | <0.5 m. | | | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 26.2 | 0.5 m. – 0.99 m. | | | | | | | | | | |
| 26.3 | 1.0 m. – 1.49 m. | | | | | | | | | | ✓ |
| 26.4 | 1.50 m. – 1.99 m. | | | ✓ | | | ✓ | | | | |
| 26.5 | >= 2.0 m. | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | ✓ | |
| 27. สาเหตุการพิบัติของสะพาน | | | | | | | | | | | |
| 27.1 | Abutment ถูกกัดเซาะ | | ✓ | | | | ✓ | | | | |
| 27.2 | กระแสน้ำรุนแรง | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | |
| 27.3 | ช่องว่างระหว่างตอม่อแคบหรือมีเศษวัสดุมาติดเพิ่มแรงกระทำต่อโครงสร้าง | | | | | | ✓ | | | | |
| 27.4 | วัสดุคอนกรีตหรือโครงสร้าง เกิดการผุกร่อน เสียหาย | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 27.5 | ทางน้ำโค้งเกิดกระแสหมุนวนกัดเซาะโครงสร้าง | | | | | | | | | | |
| 27.6 | อื่นๆ ระบุ | | | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | | | | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | ตะกอนทับถมทำให้ทางน้ำแคบเกิดกระแสน้ำรุนแรงช่วงผ่านสะพาน |

## 9.4. ผลการวิเคราะห์แนวทางการคาดการณ์ความเสี่ยงของสะพาน

ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพังทลายของสะพานจากปัญหาน้ำท่วมในประเทศไทยที่ปรึกษาจะอาศัยวิธีการประเมิน ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย New York State Department of Transportation มาใช้ร่วมกับการปรับแก้วิธีการบางส่วนให้เหมาะสมกับประเทศไทย โดยมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

### 9.4.1. การประเมินค่า Pier Vulnerability (PV)

การประเมินค่า PV จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลของ Pier แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกัน เป็นค่า PV โดยมีหัวข้อดังนี้

1) การป้องกันการกัดเซาะให้ผู้ประเมินพิจารณาวิธีการป้องกันการกัดเซาะรอบ Pier ว่ามีหรือไม่ และเป็นแบบใด แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-1**
2) มุมที่กระแสน้ำทำกับ Pierให้ผู้ประเมินพิจารณามุมที่กระแสนน้ำทำกับกับ Pier หากมีค่ามากจะทำให้การพังทลายของโครงสร้างมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-2**
3) ความกว้างของ Pier โดยให้ผู้ประเมินพิจารณาความกว้างของ Pier หากมีความกว้างไม่มาก จะกีดขวางการไหลน้อย และเกิดความเสี่ยงต่อการพังทลายน้อย แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-3**
4) จำนวน Pier ที่อยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึง ให้ผู้ประเมินพิจารณาจำนวน Pier ที่อยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึงแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-4** หากมี Pier จำนวนมากอยู่บนพื้นที่น้ำท่วมถึง จะมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง
5) ฐานรากของ Pier ให้ผู้ประเมินพิจารณาฐานรากของ Pier แล้วให้ คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-5**
6) ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ ให้ผู้ประเมินพิจารณาความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-6** หากมีค่ามาก จะเกิดความเสี่ยงต่อการพังทลายน้อย
7) รูปแบบของช่วงสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณารูปแบบของช่วงสะพานแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-7** หากเป็นช่วงสะพานแบบธรรมดาช่วงเดียวจะทำให้โครงสร้างต้องรับน้ำหนักมากมีความเสี่ยง

**ตารางที่ 9.4-1** การป้องกันการกัดเซาะ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 1.1 | Not Req'd | Pier ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มี ความเสี่ยงการกัดเซาะ คือ ไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือบริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 |
| 1.2 | Sheet pile wall | ป้องกัน Pier โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 1.3 | Cofferdam | ป้องกัน Pier โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 1.4 | Riprap | ป้องกัน Pier โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 1.5 | Other | ป้องกัน Pier โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 1.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Pier มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 |

**ตารางที่ 9.4-2** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 2.1 | 0-20 องศา | 0 |
| 2.2 | 20-45 องศา | 1 |
| 2.3 | 45-90 องศา | 2 |
| 2.4 | >90 องศา | 4 |

**ตารางที่ 9.4-3** ความกว้างของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 3.1 | <0.90 ม. | 1 |
| 3.2 | 0.90-1.50 ม. | 2 |
| 3.3 | 1.50-2.40 ม. | 3 |
| 3.4 | 2.40-3.00 ม. | 4 |
| 3.5 | >3.00 ม. | 5 |

**ตารางที่ 9.4-4** จำนวน Pier บนพื้นที่น้ำท่วมถึง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 4.1 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่ในน้ำ | 2 |
| 4.2 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่บนบก | 0 |

**ตารางที่ 9.4-5** ฐานรากของ Pier

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 5.1 | เสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต | 0 |
| 5.2 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะไม่ได้ | 0 |
| 5.3 | เสาเข็มไม้ | 4 |
| 5.4 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะได้ | 5 |
| 5.5 | ฐานรากแผ่บนพื้นดิน | 10 |
| 5.6 | ไม่ทราบชนิดของฐานราก | 10 |

**ตารางที่ 9.4-6** ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 6.1 | >6.00 ม. | 0 |
| 6.2 | 4.50-6.00 ม. | 1 |
| 6.3 | 3.00-4.50 ม. | 2 |
| 6.4 | 2.10-3.00 ม. | 3 |
| 6.5 | 1.20-2.10 ม. | 4 |
| 6.6 | <1.20 ม. | 5 |

**ตารางที่ 9.4-7** รูปแบบของช่วงสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 7.1 | โครงสร้างสะพานมีหลายช่วง บนลำน้ำ | 0 |
| 7.2 | โครงสร้างสะพานมีช่วงเดียว บนลำน้ำ | 1 |

### 9.4.2. การประเมิน Abutment Vulnerability (AV)

การประเมินค่า AV จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลของ Abutment แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกันเป็นค่า AV โดยมีหัวข้อดังนี้

1) การป้องกันการกัดเซาะให้ผู้ประเมินพิจารณาวิธีการป้องกันการกัดเซาะรอบ Abutment ว่ามีหรือไม่และเป็นแบบใด แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-8**
2) ตำแหน่งของ Abutment ให้ผู้ประเมินพิจารณาตำแหน่งของ Abutment ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงต่อการกัดเซาะรอบโครงสร้างโดยหาก Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถมตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ หรือตั้งอยู่บนทางน้ำตรงความเร็วน้ำคงที่ จะมีความเสี่ยงการพังทลายต่ำ แต่หาก Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก จะมีการกัดเซาะและความเร็วน้ำสูง มีความเสี่ยงสูง จากนั้นให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-9**
3) การวาง Abutment รุกล้ำลำน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาการวาง Abutment รุกล้ำลำน้ำ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-10** หาก Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของปริมาณน้ำในลำน้ำจะถือว่าโครงสร้างไม่มีความเสี่ยง
4) ฐานรากของ Abutment ให้ผู้ประเมินพิจารณาฐานรากของ Abutment แล้วให้คะแนนตาม **ตารางที่ 9.4-11**
5) มุมที่กระแสน้ำทำกับ Embankment ให้ผู้ประเมินพิจารณามุมที่กระแสน้ำทำกับEmbankment แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-12** หากมีค่ามากจะทำให้การพังทลายของโครงสร้างมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก

**ตารางที่ 9.4-8** การป้องกันการกัดเซาะ Abutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 8.1 | Not Req'd | Abutment ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่ไม่มีความเสี่ยงการกัดเซาะ คือไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 |
| 8.2 | Sheet pile wall | ป้อง กัน Abutment โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็น โครงสร้างถาวร ไม่มีความ เสี่ยง | 0 |
| 8.3 | Cofferdam | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 8.4 | Riprap | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 8.5 | Other | ป้องกัน Abutment โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 |
| 8.6 | None | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Abutment มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 |

**ตารางที่ 9.4-9** ตำแหน่งของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 9.1 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถม ตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 9.2 | Abutment ตั้งอยู่บนทางน้ำตรง ความเร็วน้ำ คงที่ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 9.3 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก มีการกัด เซาะและความเร็วน้ำสูงต่ำ มีความเสี่ยงสูง | 1 |

**ตารางที่ 9.4-10** การวาง Ambutment รุกล้ำลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 10.1 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 10.2 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีน้ำล้นมา 10-25% ของปริมาณน้ำ ในลำน้ำ มีความเสี่ยงปานกลาง | 2 |
| 10.3 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมามากกว่า 25% ของปริมาณน้ำในลำน้ำ มีความเสี่ยงสูง | 4 |

**ตารางที่ 9.4-11** ฐานรากของ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| Abutment แบบ Spill through | | |
| 11.1 | Pile เป็นเหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 6 ม. หรือฐานรากแผ่บนหินที่ไม่มีการกัดเซาะ | 0 |
| 11.2 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 2 |
| 11.3 | ฐานรากแผ่บนดิน | 3 |
| 11.4 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 3 |
| Abutment แบบ Vertical wall | | |
| 11.5 | Pile เหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 20 ฟุต หรือฐานรากแผ่บนหินไม่มีการกัดเซาะ | 0 |
| 11.6 | Pile เป็นไม้ | 3 |
| 11.7 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 5 |
| 11.8 | มีฐานรากแผ่บนดิน | 10 |
| 11.9 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 10 |
| 11.10 | Abutment แบบ ท่อลอด | 0 |

**ตารางที่ 9.4-12** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Ambutment

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 12.1 | 0-20 องศา | 0 |
| 12.2 | 20-45 องศา | 1 |
| 12.3 | 45-90 องศา | 2 |
| 12.4 | >90 องศา | 4 |

### 9.4.3. การประเมินค่า Hydraulic Assessment (HA)

การประเมินค่า HA จะพิจารณาจากลักษณะและข้อมูลทางชลศาสตร์ แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกันเป็นค่า HA โดยมีหัวข้อดังนี้

1) ความลาดชันของลำน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาในระยะ 150-300 เมตร ขึ้นไปจากโครงสร้างที่อยู่ในน้ำทั้งในทิศทางด้านเหนือและท้ายน้ำ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-13**
2) รูปร่างของทางน้ำ ให้ผู้ประเมินพิจารณาในระยะ 150-300 เมตร ขึ้นไปจากโครงสร้างที่อยู่ในน้ำ ทั้งในทิศทางด้านเหนือและท้ายน้ำแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-14**
3) ที่ตั้งโครงสร้างสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณาที่ตั้งโครงสร้างสะพานว่าอยู่ใกล้จุดตัดทางน้ำหรือไม่ หากอยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ จะมีความเสี่ยงต่อการกัดเซาะโครงสร้างมาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-15**
4) การกัดเซาะรอบโครงสร้างให้ผู้ประเมินพิจารณาการกัดเซาะรอบโครงสร้างโดยทำการเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่รอบโครงสร้างสะพานตั้งแต่เริ่มสร้าง เพื่อหารูปแบบการเปลี่ยนแปลง และอัตราการกัดเซาะที่เกิด เท่าที่จะสามารถสืบค้นได้ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-16**
5) ช่องเปิดโครงสร้างสะพานให้ผู้ประเมินพิจารณาระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ เช่น ระยะห่างระหว่างตอม่อสะพาน หรือระยะห่างระหว่าง Pier และ Abutment เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของการบีบลดหน้าตัดลำน้ำ ซึ่งอาจส่งผลให้ความเร็วของน้ำมากขึ้นและเกิดการกัดเซาะรอบโครงสร้างแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-17**
6) การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำทั้งในรูปแบบของการพัดพาและการทับถมของตะกอน แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-18** โดยสังเกตจากลักษณะของตะกอนในบริเวณทางน้ำ หากมีการคละขนาดกันอย่างดีแสดงว่าทางน้ำมีเสถียรภาพ มีอัตราการพัดพาและทับถมของตะกอนต่ำมีความเสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถมบริเวณโครงสร้างอยู่เป็นประจำ
7) การเกิดน้ำป่าไหลหลากให้ผู้ประเมินพิจารณาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำป่าไหลหลาก แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-19** ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกเก็บไว้โดยหน่วยงานต่างๆ มาใช้ หรือใช้วิธีการสอบถามจากชาวบ้านในพื้นที่หากสะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการเกิดน้ำป่าไหลหลากจะกล่าวได้ว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการพังทลาย แต่หากสะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิดน้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ จะส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างค่อนข้างสูง เนื่องจากพื้นที่โดยรอบโครงสร้างเกิดการกัดเซาะได้มาก และเกิดการกระแทกของทั้งน้ำและมวลหินขนาดใหญ่ต่อโครงสร้าง

8) ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำให้ผู้ประเมินพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำย้อนขึ้นมาจากทางท้ายน้ำของโครงสร้างสะพานแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-20** โดยจะทำการสำรวจพื้นที่ทางด้านท้ายน้ำของโครงสร้าง ว่ามีโครงสร้างทางชลศาสตร์อื่นๆ ตั้งอยู่หรือไม่ และจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกเก็บไว้โดยหน่วยงานหรือชาวบ้านมาใช้พิจารณาว่าเคยเกิดน้ำเอ่อย้อนขึ้นมาทางโครงสร้างหรือไม่ หากพิจารณาแล้วพบว่าไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่จะส่งผลให้น้ำเอ่อทางด้านท้ายน้ำ โครงสร้างจะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยงการพังทลายเกิดขึ้น แต่หากตั้งอยู่พื้นที่ที่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ขวางอยู่ด้านทายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้และเกิดการทับถมตะกอนกลับ ทำให้ไม่มีความเสี่ยงต่อการพังทลายจากการกัดเซาะ

9) ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรงให้ผู้ประเมินพิจารณาประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรงแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-21** โดยจะพิจารณาจากสถิติที่ถูกเก็บวัดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือจากสถานีน้ำท่าที่อยู่ใกล้เคียง หรือสอบถามจากชาวบ้านในพื้นที่

10) โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งให้ผู้ประเมินพิจารณาโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-22** จะทำการเปรียบเทียบลักษณะพื้นที่รอบโครงสร้างสะพานตั้งแต่เริ่มสร้างว่ามีการเกิดน้ำล้นตลิ่งบ่อยครั้งเพียงใด สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง ทางน้ำบริเวณดังกล่าวจะมีความเร็วการไหลคงที่ มีความเสี่ยงต่อการพังทลายมากกว่าสะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง เนื่องจากทางน้ำบริเวณที่มีการไหลล้นตลิ่งจะมีพื้นที่การไหลเพิ่มขึ้น ทำให้ความเร็วการไหลลดลงและเกิดการกัดเซาะน้อยลง

**ตารางที่ 9.4-13** ความลาดชันลำน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 13.1 | ทางน้ำที่มีความลาดชันน้อย มีความลาดชัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004 | 0 |
| 13.2 | ทางน้ำที่มีความลาดชันปานกลาง มีความ ลาดชันระหว่าง 0.0004 ถึง 0.0015 | 1 |
| 13.3 | ทางน้ำที่มีความลาดชันสูง มีความลาดชัน มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0015 | 2 |

**ตารางที่ 9.4-14** รูปร่างของทางน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนน |
|---|---|---|---|
| 14.1 | Straight | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | 0 |
| 14.2 | Braided | ทางน้ำไขว้ | 1 |
| 14.3 | Meandering | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | 2 |

**ตารางที่ 9.4-15** ที่ตั้งโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 15.1 | ไม่อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงน้อย | 0 |
| 15.2 | อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงมาก | 1 |

**ตารางที่ 9.4-16** การกัดเซาะรอบโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 16.1 | ไม่มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง ไม่มี ความเสี่ยง | 0 |
| 16.2 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง น้อยกว่า 0.30 ม. มีความเสี่ยงน้อย | 1 |
| 16.3 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง 0.30 ม. - 0.90 ม. มีความเสี่ยงปานกลาง | 2-3 |
| 16.4 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง มากกว่า 0.90 ม. มีความเสี่ยงสูง | 4-5 |

**ตารางที่ 9.4-17** ช่องเปิดโครงสร้างสะพาน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 17.1 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ มีความเหมาะสม ไม่เห็นการไหลเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 17.2 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ ไม่มีความเหมาะสม เห็นการไหลเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน มีความเสี่ยง | 2 |

**ตารางที่ 9.4-18** การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 18.1 | ทางน้ำที่มีการทับถมของตะกอน มีความ เสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถมบริเวณ โครงสร้างอยู่เป็นประจำ | 0 |
| 18.2 | ทางน้ำที่มีเสถียรภาพ อัตราการพัดพาและ ทับถมของตะกอนต่ำ มีความเสี่ยงในระดับ ปานกลาง | 1 |
| 18.3 | ทางน้ำที่มีการพัดพาตะกอน หากมีอัตรา การพัดพาตะกอนสูง จะยิ่งส่งผลให้ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้าง เนื่องจากเกิดการกัดเซาะได้มาก | 2-4 |

**ตารางที่ 9.4-19** การเกิดน้ำป่าไหลหลาก

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 19.1 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการ เกิดน้ำป่าไหลหลาก | 0 |
| 19.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลาก แต่ไม่บ่อยครั้ง | 1-2 |
| 19.3 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ | 3-4 |

**ตารางที่ 9.4-20** ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 20.1 | มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้ และเกิดการทับถมตะกอนกลับ ทำให้ไม่มีความเสี่ยง | 0 |
| 20.2 | ไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ จะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยง เกิดขึ้น | 1 |

**ตารางที่ 9.4-21** ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 21.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่เกิน 3 ม. ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างน้อย | 1 |
| 21.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณโครงสร้างเกิน 3 ม. | 2 |

**ตารางที่ 9.4-22** โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 22.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 1 |
| 22.2 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 0 |

### 9.4.4. การประเมินค่า Failure Consequence (FC)

การประเมินค่า FC จะพิจารณาข้อมูล แล้วนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มารวมกัน เป็นค่า FC โดยมีหัวข้อดังนี้

1) รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง ให้ผู้ประเมินพิจารณาและประเมินรูปแบบการพังทลายของโครงสร้างที่อาจเกิดขึ้นได้ แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-23**
2) ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวัน ให้ผู้ประเมินพิจารณาปริมาณการจราจรจากค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี หากปริมาณการจราจรตลอดปีมากกว่า 25,000 คันต่อวัน จะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดผลกระทบจากความเสียหายของการพังทลายของโครงสร้าง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-24**
3) ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่งให้ผู้ประเมินพิจารณาความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง พบว่าหากเป็นถนนหลักระหว่างเมืองจะมีความสำคัญและมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.4-25**

**ตารางที่ 9.4-23** รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 23.1 | โครงสร้างพังทลายและถล่มทันที | 5 |
| 23.2 | โครงสร้างมีการพังเสียหายบางส่วน | 3 |
| 23.3 | โครงสร้างมีความเสียหายเป็นจุดๆ จากการร้าวหรือเสียรูปของโครงสร้างบางส่วน | 1 |

**ตารางที่ 9.4-24** ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 24.1 | > 25,000 คัน/วัน | 2 |
| 24.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | 1 |
| 24.3 | <4,000 คัน/วัน | 0 |

**ตารางที่ 9.4-25** ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง

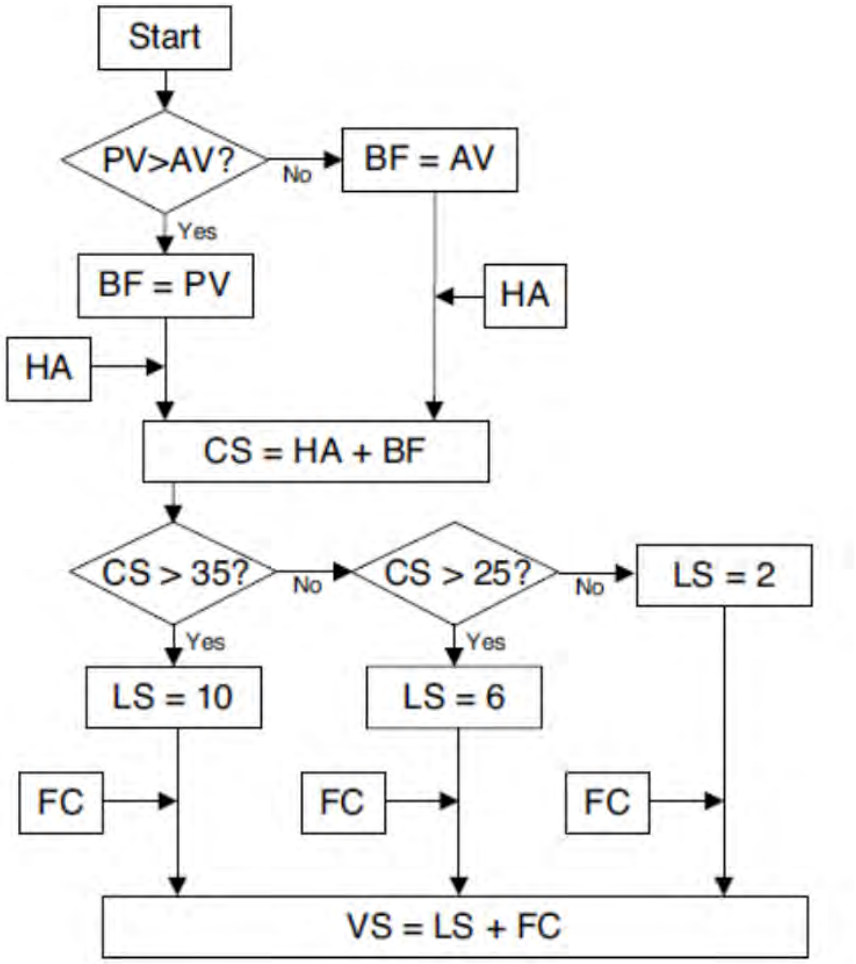
| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนน |
|---|---|---|
| 25.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | 3 |
| 25.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | 3 |
| 25.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | 1 |
| 25.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | 0 |

### 9.4.5. การประเมินค่า Vulnerability score (VS)

เมื่อทำการสำรวจและประเมินคะแนนจากสภาพทางกายภาพของสะพานตาม**หัวข้อที่ 10.4.4 - 10.4.4** แล้วนำไปคำนวณค่าตามลำดับขั้น ซึ่งแสดงดัง**รูปที่ 9.4-1** จากนั้นจะได้ค่า VS ซึ่งมีจำนวนเต็มอยู่ที่ 20 คะแนน มีลำดับขั้นที่สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) หาค่า Bridge foundation (BF) จากการเปรียบเทียบค่า PV จาก**หัวข้อที่ 10.4.1** และค่า AV จาก **หัวข้อที่ 10.4.2** ค่าใดที่มากกว่าให้ใช้ค่านั้นระบุชื่อใหม่เป็น ค่า Bridge foundation (BF)
2) หาค่า Consequence score (CS) โดยการนำค่า BF ไปรวมกับค่า HA ที่ได้จาก**หัวข้อที่ 10.4.3** ซึ่งจะได้ค่า Consequence score (CS)
3) หาค่า Likelihood score (LS) โดยการพิจารณาค่า CS
   - ถ้า CS > 35 ดังนั้น LS = 10
   - ถ้า 35 > CS > 25 ดังนั้น LS = 6
   - ถ้า CS < 35 ดังนั้น LS = 2
4) หาค่า Vulnerability score (VS) โดยการนำค่า LS ไปรวมกับค่า FC ที่ได้จาก**หัวข้อที่ 10.4.4** ซึ่งจะได้ค่า Vulnerability score (VS)

อย่างไรก็ดีจากสถิติการพังทลายของสะพานในเมืองไทย พบว่าสะพานที่ถูกน้ำท่วม มักจะเกิดการพังทลายจากการขาดของรอยต่อระหว่างตัวสะพาน (Deck) และเสาสะพาน (Pier) ซึ่งเป็นผลมาจากการพัดพาของน้ำ ทำให้เกิดแรงด้านข้าง และแรงดันน้ำด้านล่างจากการเอ่อล้นของน้ำใต้สะพาน ดังนั้น จึงได้เพิ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำเข้าไปในการคำนวณ




**รูปที่ 9.4-1** ลำดับการคำนวณค่า VS

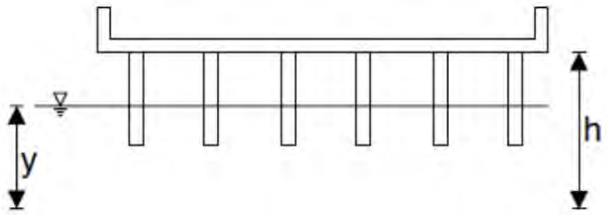
### 9.4.6. การประเมินค่า New vulnerability score (NVS)

การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องด้านระดับน้ำ จะใช้ตัวแปรที่สำคัญ ดัง**รูปที่ 9.4-2** คือ

*h* = ค่าระดับท้องสะพาน (เมตร รทก.)

*y* = ค่าระดับที่ผิวน้ำ (เมตร รทก.)

จากนั้นตัวแปรที่สนใจคือช่องว่างระหว่างท้องสะพานและระดับน้ำ (*h-y*) ซึ่งพบว่า ยิ่งค่า (*h-y*) มีค่าน้อย สะพานดังกล่าวจะยิ่งมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง




**รูปที่ 9.4-2** ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำ

การพิจารณาอัตราส่วนของตัวแปรที่สำคัญทั้งหมด และพบว่าตัวแปรรูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง (Potential failure type) เป็นตัวแปรที่ระบบเดิมให้ความสำคัญค่อนข้างมาก โดยให้มีคะแนนสูงสุดได้ถึง 5 คะแนน จากคะแนนรวมทั้งระบบของทุกตัวแปร (VS) ซึ่งมีคะแนนเต็มเป็น 20 คะแนน หรืออาจกล่าวได้ว่ามีคะแนนสูงถึง 25 เปอร์เซนต์ของคะแนน VS ดังนั้นการพังทลายที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มของระดับน้ำ (*h-y*) ซึ่งเป็นตัวแปรที่กำลังสนใจและเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย ควรจะมีค่าน้ำหนักใกล้เคียงกันกับตัวแปร Potential failure type ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ตัวแปร VS ถูกคูณด้วยค่าน้ำหนักร้อยละ 80 ดังนั้น คะแนนสูงที่สุดของ Potential failure type จะคิดเป็น 4 คะแนนในระบบ

จากนั้น ให้เพิ่มค่าตัวแปรระดับน้ำ (*h-y*) เข้าไปในระบบอีกร้อยละ 20 ซึ่งจากอัตราส่วนดังกล่าว คะแนนความเสี่ยงสูงสุดของค่าตัวแปรระดับน้ำ จะอยู่ที่ 4 คะแนนในระบบ เท่ากับ Potential failure type พอดีและเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า การให้คะแนนความเสี่ยงด้านระดับน้ำ ควรมีค่าดัง**ตารางที่ 9.4-26** เมื่อทราบค่า (*h-y*) แล้วจึงพิจารณาคะแนนความเสี่ยงจากระดับน้ำ Water level(WL) จากนั้น ใช้สมการเพื่อหาค่า NVS ได้จาก

$$NVS = (0.8VS) + (WL)$$

เมื่อคำนวณค่า NVS ได้ดังสมการข้าง แล้วจะสามารถพิจารณาความเสี่ยงของการพังทลายของสะพานได้ทันที โดยคะแนนและเงื่อนไขต่างๆ สามารถพิจารณาได้ดัง**ตารางที่ 9.4-27** และควรมีการดำเนินการตามที่ได้นำเสนอไว้

**ตารางที่ 9.4-26** เงื่อนไขคะแนนสำหรับการประเมินความเสี่ยงด้านระดับน้ำ

| ช่องว่างระหว่างท้องสะพาน และผิวน้ำ (h-y) | คะแนนความเสี่ยง (WL) |
|---|---|
| <0.5 m. | 4 |
| 0.5 m. – 0.99 m. | 3 |
| 1.0 m. – 1.49 m. | 2 |
| 1.50 m. – 1.99 m. | 1 |
| >= 2.0 m. | 0 |

**ตารางที่ 9.4-27** เงื่อนไขคะแนนสำหรับการประเมินความเสี่ยงตามกลุ่มสะพาน

| ลำดับ | คะแนน |
|---|---|
| 0 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ |
| 1-8 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ แต่ควรมีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ |
| 9-20 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง |
| 20-30 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 30-40 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |
| >40 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างเกือบทั้งสะพานเพื่อความปลอดภัย |

### 9.4.7. ผลการประเมินความเสี่ยงของสะพาน

จากผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามของสะพานจำนวนทั้งหมด 9 แห่ง ตามที่กล่าวไว้ใน**หัวข้อที่ 9.3** สามารถนำมาวิเคราะห์ความเสี่ยงของสะพาน ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.3-6** สามารถให้คะแนนค่าความเสี่ยง ตามแนวทางที่กล่าวข้างต้น ได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.4-28** โดยซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า คะแนนความเสี่ยงของสะพานที่สำรวจมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 15-41 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินความเสี่ยงในแต่ละแห่งได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.4-29**

**ตารางที่ 9.4-28** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 1. ระยะห่างจากลำน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Pier ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มี ความเสี่ยงการกัดเซาะ คือ ไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 | | | | | 0 | | | | | |
| 1.2 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | | | | | | | | |
| 1.3 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Cofferdam หรือโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | | | | | | | 0 | |
| 1.4 | ป้องกัน Pier โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 | | | | | | | | | | |
| 1.5 | ป้องกัน Pier โดยใช้โครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 | | | | | | | | | | |
| 1.6 | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Pier มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 | | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | | 5 |
| 2. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Pier | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 0-20 องศา | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.2 | 20-45 องศา | 1 | | | | | | 1 | | | | |
| 2.3 | 45-90 องศา | 2 | | | | | | | | | | |
| 2.4 | >90 องศา | 4 | | | | | | | | | | |
| 3. ความกว้างของ Pier | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | <0.90 ม. | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3.2 | 0.90-1.50 ม. | 2 | | | | | 2 | | | | | |
| 3.3 | 1.50-2.40 ม. | 3 | | | | | | | | | | |
| 3.4 | 2.40-3.00 ม. | 4 | | | | | | | | | | |
| 3.5 | >3.00 ม. | 5 | | | | | | | | | | |
| 4. จำนวน Pier บนพื้นที่น้ำท่วมถึง | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่ในน้ำ | 2 | | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4.2 | จำนวน Pier มากกว่า 50% ตั้งอยู่บนบก | 0 | | | | | 2 | | | | | |

**ตารางที่ 9.4-28 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 5. ฐานรากของ Pier | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | เสาเข็มเหล็กหรือคอนกรีต | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5.2 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะไม่ได้ | 0 | | | | | | | | | | |
| 5.3 | เสาเข็มไม้ | 4 | | | | | | | | | | |
| 5.4 | ฐานรากแผ่บนหินที่กัดเซาะได้ | 5 | | | | | | | | | | |
| 5.5 | ฐานรากแผ่บนพื้นดิน | 10 | | | | | | | | | | |
| 5.6 | ไม่ทราบชนิดของฐานราก | 10 | | | | | | | | | | |
| 6. ความลึกของฐานรากใต้ท้องน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | >6.00 ม. | 0 | | | | | | | | | | |
| 6.2 | 4.50-6.00 ม. | 1 | | | | | | | | | | |
| 6.3 | 3.00-4.50 ม. | 2 | | | | | | | | | | |
| 6.4 | 2.10-3.00 ม. | 3 | | | | | 3 | | | | 3 | |
| 6.5 | 1.20-2.10 ม. | 4 | | | | | | | | | | |
| 6.6 | <1.20 ม. | 5 | | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | | 5 |
| 7. รูปแบบของช่วงสะพาน | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | โครงสร้างสะพานมีหลายช่วง บนลำน้ำ | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7.2 | โครงสร้างสะพานมีช่วงเดียว บนลำน้ำ | 1 | | | | | 1 | | | | | |
| 8. การป้องกันการกัดเซาะ Abutment | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | Abutment ตั้งอยู่ในบริเวณ ที่ไม่มีความเสี่ยงการกัดเซาะ คือไม่ได้ตั้งอยู่บนทางน้ำหรือ บริเวณที่น้ำจะท่วมถึง | 0 | | | | 0 | 0 | | | | 0 | |
| 8.2 | ป้อง กัน Abutment โดยใช้ Sheet pile ซึ่งเป็น โครงสร้างถาวร ไม่มีความ เสี่ยง | 0 | | | | | | | | | | |
| 8.3 | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Cofferdam ซึ่งเป็นโครงสร้างถาวร ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | | | | | | | | |
| 8.4 | ป้องกัน Abutment โดยใช้ Riprap ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 | | | | | | | | | | |
| 8.5 | ป้องกัน Abutment โดยใช้โครงสร้าง ชั่วคราว มีความเสี่ยงสูง | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | |
| 8.6 | ไม่มีการป้องกันการกัด เซาะรอบ Abutment มีความ เสี่ยงสูงมาก | 5 | | | 5 | | | | 5 | 5 | | 5 |

**ตารางที่ 9.4-28 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 9. ตำแหน่งของ Ambutment | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านใน มีการทับถม ตะกอนและความเร็วน้ำต่ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | | | | | | | | |
| 9.2 | Abutment ตั้งอยู่บนทางน้ำตรง ความเร็วน้ำ คงที่ ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9.3 | Abutment ตั้งอยู่โค้งน้ำด้านนอก มีการกัด เซาะและความเร็วน้ำสูงต่ำ มีความเสี่ยงสูง | 1 | | 1 | | | | | | | | |
| 10. การวาง Ambutment รุกล้ำลำน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 10.1 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมาไม่เกิน 10% ของ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | |
| 10.2 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีน้ำล้นมา 10-25% ของปริมาณน้ำ ในลำน้ำ มีความเสี่ยงปานกลาง | 2 | | | | | | | | | | 2 |
| 10.3 | Abutment วางบนบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง ที่มีปริมาณน้ำล้นมากกว่า 25% ของปริมาณน้ำในลำน้ำ มีความเสี่ยงสูง | 4 | | 4 | | | | | 4 | 4 | | |
| 11. ฐานรากของ Ambutment | | | | | | | | | | | | |
| | Abutment แบบ Spill through | | | | | | | | | | | |
| 11.1 | Pile เป็นเหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 6 ม. หรือฐานรากแผ่บนหินที่ไม่มีการกัดเซาะ | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11.2 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 2 | | | | | | | | | | |
| 11.3 | ฐานรากแผ่บนดิน | 3 | | | | | | | | | | |
| 11.4 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 3 | | | | | | | | | | |
| | Abutment แบบ Vertical wall | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | Pile เหล็กหรือคอนกรีตยาวกว่า 20 ฟุต หรือฐานรากแผ่บนหินไม่มีการกัดเซาะ | 0 | | | | | | | | | | |
| 11.6 | Pile เป็นไม้ | 3 | | | | | | | | | | |
| 11.7 | Pile สั้นกว่า 6 ม. หรือเป็น Pile ไม้ หรือ ฐานรากแผ่บนหินที่มีการกัดเซาะได้ | 5 | | | | | | | | | | |
| 11.8 | มีฐานรากแผ่บนดิน | 10 | | | | | | | | | | |
| 11.9 | ไม่รู้ชนิดของฐานราก | 10 | | | | | | | | | | |
| 11.10 | Abutment แบบ ท่อลอด | 0 | | | | | | | | | | |
| 12. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ Ambutment | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | 0-20 องศา | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12.2 | 20-45 องศา | 1 | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 45-90 องศา | 2 | | | | | | | | | | |
| 12.4 | >90 องศา | 4 | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.4-28 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 13. ความลาดชันลำน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | ทางน้ำที่มีความลาดชันน้อย มีความลาดชัน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0004 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | | |
| 13.2 | ทางน้ำที่มีความลาดชันปานกลาง มีความ ลาดชันระหว่าง 0.0004 ถึง 0.0015 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13.3 | ทางน้ำที่มีความลาดชันสูง มีความลาดชัน มากกว่าหรือเท่ากับ 0.0015 | 2 | | | | | | | | | | |
| 14. รูปร่างของทางน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14.2 | ทางน้ำไขว้ | 1 | | | | | | | | | | |
| 14.3 | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | 2 | | | | | | | | | | |
| 15. ที่ตั้งโครงสร้างสะพาน | | | | | | | | | | | | |
| 15.1 | ไม่อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงน้อย | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | |
| 15.2 | อยู่ในระยะที่ได้รับผลกระทบจากการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำ มีความเสี่ยงมาก | 1 | | | | | | | 1 | 1 | | 1 |
| 16. การกัดเซาะรอบโครงสร้าง | | | | | | | | | | | | |
| 16.1 | ไม่มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง ไม่มี ความเสี่ยง | 0 | | | | 0 | 0 | | | | 0 | |
| 16.2 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง น้อยกว่า 0.30 ม. มีความเสี่ยงน้อย | 1 | | | 1 | | | | | 1 | | 1 |
| 16.3 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง 0.30 ม. - 0.90 ม. มีความเสี่ยงปานกลาง | 2-3 | | 3 | | | | | 3 | | | |
| 16.4 | มีการกัดเซาะรอบโครงสร้าง มากกว่า 0.90 ม. มีความเสี่ยงสูง | 4-5 | | | | | | 5 | | | | |
| 17. ช่องเปิดโครงสร้างสะพาน | | | | | | | | | | | | |
| 17.1 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ มีความเหมาะสม ไม่เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17.2 | ระยะห่างระหว่างโครงสร้างที่ตั้งอยู่ในน้ำ ไม่มีความเหมาะสม เห็นการไหล เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน มีความเสี่ยง | 2 | | | | | | | | | | |
| 18. การเปลี่ยนแปลงลักษณะท้องน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 18.1 | ทางน้ำที่มีการทับถมของตะกอน มีความ เสี่ยงการพังทลายของโครงสร้างน้อย เนื่องจากมีการนำตะกอนมาทับถม บริเวณ โครงสร้างอยู่เป็นประจำ | 0 | | | | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| 18.2 | ทางน้ำที่มีเสถียรภาพ อัตราการพัดพาและ ทับถมของตะกอนต่ำ มีความเสี่ยงในระดับ ปานกลาง | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | |
| 18.3 | ทางน้ำที่มีการพัดพาตะกอน หากมีอัตรา การพัดพาตะกอนสูง จะยิ่งส่งผลให้ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้าง เนื่องจากเกิดการกัดเซาะได้มาก | 2-4 | | | 4 | | | 4 | | | | |

**ตารางที่ 9.4-28 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 19. การเกิดน้ำป่าไหลหลาก | | | | | | | | | | | | |
| 19.1 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการ เกิดน้ำป่าไหลหลาก | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลาก แต่ไม่บ่อยครั้ง | 1-2 | | | | | | | | | | |
| 19.3 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิด น้ำป่าไหลหลากเป็นประจำ | 3-4 | | | | | | | | | | |
| 20. ผลกระทบที่เกิดจากการเอ่อของน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 20.1 | มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ท้ายน้ำ อาจทำให้มีน้ำไหลเอ่อขึ้นมาในทิศทางตรงกันข้ามได้ และเกิดการทับถมตะกอนกลับทำให้ไม่มีความเสี่ยง | 0 | | 0 | 0 | | | | | | | |
| 20.2 | ไม่มีโครงสร้างทางชลศาสตร์ จะเกิดการกัดเซาะทางฝั่งเดียว ทำให้มีความเสี่ยง เกิดขึ้น | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21. ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | | |
| 21.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่เกิน 3 ม. ความ เสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างน้อย | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 21.2 | สะพานที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณโครงสร้างเกิน 3 ม. | 2 | | 2 | | | | | 2 | | | |
| 22. โอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่งน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 22.1 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 1 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 |
| 22.2 | สะพานตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีการเกิดน้ำล้นตลิ่ง | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | | |
| 23. รูปแบบการพังทลายของโครงสร้าง | | | | | | | | | | | | |
| 23.1 | โครงสร้างพังทลายและถล่มทันที | 5 | | | | | | | | | | |
| 23.2 | โครงสร้างมีการพังเสียหายบางส่วน | 3 | | | | | | 3 | | 3 | | |
| 23.3 | โครงสร้างมีความเสียหายเป็นจุดๆ จากการร้าวหรือเสียรูปของโครงสร้างบางส่วน | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 | | | |
| 23.4 | ไม่มี | 0 | | | | 0 | 0 | | | | 0 | 0 |
| 24. ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน | | | | | | | | | | | | |
| 24.1 | > 25,000 คัน/วัน | 2 | | | | 2 | | | 2 | 2 | 2 | |
| 24.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | | 1 |
| 24.3 | <4,000 คัน/วัน | 0 | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.4-28 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของสะพาน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | ค่าคะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | ทางหลวง | 1276 | 2012 | 11 | 357 | 3220 | 338 | 35 | 346 | 346 |
| | | | ตอน | 100 | 100 | 201 | 104 | 100 | 101 | 100 | 301 | 302 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 13+873 | 5+617 | 34+160 | 43+810 | 8+500 | 9+900 | 9+931 | 43+025 | 66+700 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 13+874 | 5+618 | 34+194 | 43+811 | 8+550 | 9+910 | 9+746 | 43+145 | 66+800 |
| 25. ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง | | | | | | | | | | | | |
| 25.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | 3 | | | | 3 | 3 | | 3 | 3 | | |
| 25.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | 3 | | | 3 | | | | | | 3 | 3 |
| 25.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | |
| 25.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | 0 | | | | | | | | | | |
| 26. ช่องว่างระหว่างท้องสะพานและผิวน้ำ | | | | | | | | | | | | |
| 26.1 | <0.5 m. | 4 | | | | | | | 4 | 4 | | |
| 26.2 | 0.5 m. – 0.99 m. | 3 | | | | | | | | | | |
| 26.3 | 1.0 m. – 1.49 m. | 2 | | | | | | | | | | 2 |
| 26.4 | 1.50 m. – 1.99 m. | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | |
| 26.5 | >= 2.0 m. | 0 | | 0 | | 0 | 0 | | | | 0 | |
| 27. สาเหตุการพิบัติของสะพาน | | | | | | | | | | | | |
| 27.1 | Abutment ถูกกัดเซาะ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | |
| 27.2 | กระแสน้ำรุนแรง | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | |
| 27.3 | ช่องว่างระหว่างตอม่อแคบหรือมีเศษวัสดุมาติดเพิ่มแรงกระทำต่อโครงสร้าง | | | | | | | ✓ | | | | |
| 27.4 | วัสดุคอนกรีตหรือโครงสร้าง เกิดการผุกร่อน เสียหาย | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | |
| 27.5 | ทางน้ำโค้งเกิดกระแสหมุนวนกัดเซาะโครงสร้าง | | | | | | | | | | | |
| 27.6 | อื่นๆ ระบุ | | | | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | | | | มีวัชพืชขวางทางน้ำทำให้กระแสน้ำอาจรุนแรง | ตะกอนทับถมทำให้ทางน้ำแคบเกิดกระแสน้ำรุนแรงช่วงผ่านสะพาน |
| **ผลรวมค่าคะแนนความเสี่ยง** | | | | **28** | **30** | **20** | **16** | **32** | **41** | **41** | **15** | **32** |

**ตารางที่ 9.4--29** สรุปผลการประเมินสะพานเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

| ลำดับ | สายทาง | ตอน | ชื่อตอน | กม.เริ่มต้น | กม.สิ้นสุด | หน่วยงานรับผิดชอบ | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล | ผลการประเมินความเสี่ยง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1276 | 100 | สี่แยกหนองหัวปลวก - วังจิก | 13+873 | 13+874 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิจิตร | โพธิ์ประทับช้าง | วังจิก | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 2 | 2012 | 100 | บ้านสามแยก - วิเชียรบุรี | 5+617 | 5+618 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | วิเชียรบุรี | สระประดู่ | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 3 | 11 | 201 | ช่องแค - ตากฟ้า | 34+160 | 34+194 | สทล. 11 (ลพบุรี) | นครสวรรค์ | ตากฟ้า | เขาชายธง | การบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง |
| 4 | 357 | 104 | ถนนวงแหวนรอบเมืองสุพรรณบุรี | 43+810 | 43+811 | สทล.12 (สุพรรณบุรี) | สุพรรณบุรี | เมืองสุพรรณบุรี | ท่าระหัด | การบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง |
| 5 | 3220 | 100 | แยกสะแกกรัง - เขาพะแวง | 8+500 | 8+550 | สทล.12 (สุพรรณบุรี) | อุทัยธานี | เมืองอุทัยธานี | หนองไผ่แบน | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |
| 6 | 338 | 101 | อรุณอมรินทร์ - พุทธมณฑลสาย 4 | 9+900 | 9+910 | สทล.13 (กรุงเทพ) | กรุงเทพมหานคร | ตลิ่งชัน | ตลิ่งชัน | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างเกือบทั้งสะพานเพื่อความปลอดภัย |
| 7 | 35 | 100 | ดาวคะนอง - แสมดำ | 9+931 | 9+746 | สทล.13 (กรุงเทพ) | กรุงเทพมหานคร | บางขุนเทียน | แสมดำ | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างเกือบทั้งสะพานเพื่อความปลอดภัย |
| 8 | 346 | 301 | บางเลน - ลำลูกบัว | 43+025 | 43+145 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | บางเลน | บางภาษี | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง |
| 9 | 346 | 302 | ลำลูกบัว - หนองกระทุ่ม | 66+700 | 66+800 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | กำแพงแสน | ดอนข่อย | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |

## 9.5. การวิเคราะห์แนวทางการคาดการณ์ความเสี่ยงของถนน

ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพังทลายของถนน จะอาศัยหลักการประเมินโดยปรับมาจากแนวคิดของการประเมินความเสี่ยงของสะพาน คือการกำหนดการให้คะแนนความเสี่ยงของแต่ละปัจจัย ตามผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ดังนี้

### 9.5.1. การประเมินค่าความเสี่ยงของตำแหน่งที่ตั้งถนน

การประเมินค่าความเสี่ยงของตำแหน่งที่ตั้ง จะพิจารณาจากระยะห่างของถนนจากลำน้ำที่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วม ซึ่งหากมีระยะห่างมากก็จะมีความเสี่ยงน้อย ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.5-1**

**ตารางที่ 9.5-1** ระยะห่างจากลำน้ำ

| ลำดับ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 1.1 | 0-5 ม. | 4-5 |
| 1.2 | 5-20 ม. | 3-4 |
| 1.3 | 20-50 ม. | 2-3 |
| 1.4 | 50 – 100 ม. | 1 |

### 9.5.2. การประเมินค่าความลาดชันคันทาง

การประเมินค่าความเสี่ยงของค่าความลาดชันคันทาง ซึ่งส่งผลต่อเสถียรภาพในการต้านทานการกัดเซาะ โดยคันทางที่มีความลาดชันมากจะถือว่ามีเสถียรภาพต่ำ ซึ่งอาจเกิดการพิบัติได้ง่ายกว่าคันทางที่มีความลาดชันน้อย ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.5-2**

**ตารางที่ 9.5-2** ความลาดชันคันทาง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ (ดิ่ง:ลาด | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 2.1 | มากกว่า 1:1 | 5 |
| 2.2 | ระหว่าง 1:1 ถึง 1: 5 | 3 |
| 2.3 | ระหว่าง 1:1.5 ถึง 1: 2 | 2 |
| 2.4 | น้อยกว่า 1:2 | 1 |

### 9.5.3. การประเมินค่าความแตกต่างของระดับน้ำ

ค่าความแกต่างของระดับน้ำ ส่งผลโดยตรงแต่แรงดันดินด้านข้างของคันทาง กล่าวคือ ถ้าความแตกต่างของระดับน้ำมีมาก จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของแรงดันดินด้านข้างสูง ซึ่งอาจทำให้คันทางสไลด์ได้ง่าย ดังแสดงใน **ตารางที่ 9.5-3**

**ตารางที่ 9.5-3** ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำที่ลดลงสูงสุดและต่ำสุด

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 3.1 | <0.50 ม. | 1 |
| 3.2 | 0.50-1.00 ม. | 2 |
| 3.3 | 1.0-1.50 ม. | 3 |
| 3.4 | 1.50-2.0 ม. | 4 |
| 3.5 | >2.00 ม. | 5 |

### 9.5.4. การประเมินโครงสร้างชั้นทาง

โครงสร้างชั้นทาง มีผลต่อความต้านทางในการกัดเซาะ กล่าวคือ หากโครงสร้างชั้นทางเป็นหินคลุก ก็จะมีความสามารถในการต้านทานการกัดเซาะได้มากกว่า โครงสร้างชั้นทางประเภททรายถม ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.5-4** ถึง **ตารางที่ 9.5-6**

**ตารางที่ 9.5-4** โครงสร้างชั้น Subgrade

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 4.1 | Cruch Roack | 1 |
| 4.2 | Soil Aggrate | 2 |
| 4.3 | Sand Embnakment | 4 |

**ตารางที่ 9.5-5** โครงสร้างชั้น Subbase

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 5.1 | Cruch Roack | 1 |
| 5.2 | Soil Aggrate | 2 |
| 5.3 | Sand Embnakment | 4 |

**ตารางที่ 9.5-6** โครงสร้างชั้น Basease

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 6.1 | Cruch Roack | 1 |
| 6.2 | Soil Aggrate | 2 |
| 6.3 | Sand Embnakment | 4 |

### 9.5.5. การประเมินแนวทางป้องกันตลิ่ง

หากบริเวณคันทางมีโครงสร้างป้องกันตลิ่งหรือป้องกันการกัดเซาะ ย่อมส่งผลต่อเสถียรภาพที่ดีกว่าคันทางที่ไม่มีการป้องกัน ทั้งนี้ระดับความเสี่ยงก็ยังขึ้นกับประเภทของโครงสร้างหรือวิธีการป้องกันตลิ่งด้วยเช่นกัน ดังแสดงใน **ตารางที่ 9.5-7**

**ตารางที่ 9.5-7** การป้องกันตลิ่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 7.1 | ไม่มี | 10 |
| 7.2 | ปลูกหญ้า | 5 |
| 7.3 | ดาดคอนกรีต | 3 |
| 7.4 | Gabion | 3 |
| 7.5 | กระสอบทราย | 4 |
| 7.6 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวลาด | 1 |
| 7.7 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวตั้ง (Retaining Wall) | 1 |
| 7.8 | อื่นๆ (ระบุ) | 1-5 |

### 9.5.6. การประเมินลักษณะทางน้ำ

1) มุมที่กระแสน้ำทำกับถนนให้ผู้ประเมินพิจารณามุมที่กระแสน้ำทำกับถนน แล้วให้คะแนนตาม **ตารางที่ 9.5-8** หากมีค่ามากจะทำให้การพังทลายของถนนมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก
2) รูปร่างของทางน้ำ ให้ผู้ประเมินพิจารณาในระยะ 150-300 เมตร จากตำแหน่งที่ประเมิน ทั้งในทิศทางด้านเหนือและท้ายน้ำแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.5-9**

**ตารางที่ 9.5-8** มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ แนวถนน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 8.1 | 0-20 องศา | 0 |
| 8.2 | 20-45 องศา | 1 |
| 8.3 | 45-90 องศา | 2 |
| 8.4 | >90 องศา | 4 |

**ตารางที่ 9.5-9** รูปร่างของทางน้ำ

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|---|
| 9.1 | Straight | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | 0 |
| 9.2 | Braided | ทางน้ำไขว้ | 1 |
| 9.3 | Meandering | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | 2 |

### 9.5.7. การประเมินจากประวัติน้ำท่วมถนน

การประเมินจากประวัติน้ำท่วมสายทาง ให้ผู้ประเมินพิจารณาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วมสายทางแล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.5-10 และ 9.5-11** ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางสถิติที่ถูกเก็บไว้โดยหน่วยงานต่างๆ มาใช้หรือใช้วิธีการสอบถามจากชาวบ้านในพื้นที่ หากถนนตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีสถิติการเกิดน้ำท่วม จะกล่าวได้ว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการพังทลาย แต่หากถนนตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสถิติการเกิดท่วมเป็นประจำและระดับท่วมสูงเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการพังทลายของโครงสร้างทางค่อนข้างสูง

**ตารางที่ 9.5-10** ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 10.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ถึงผิวทาง | 1 |
| 10.2 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | 2 |
| 10.3 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณเกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | 5 |

**ตารางที่ 9.5-11** ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมรุนแรง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 11.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ถึงผิวทาง | 1 |
| 11.2 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 1-2 วัน | 2 |
| 11.3 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 2-7 วัน | 4 |
| 11.3 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง เกิน 7 วัน | 10 |

### 9.5.8. การประเมินค่า Failure Consequence (FC)

การประเมินค่า FC จะพิจารณาข้อมูล ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวัน ให้ผู้ประเมินพิจารณาปริมาณการจราจรจากค่าเฉลี่ยปริมาณจราจรรายวันตลอดปี หากปริมาณการจราจรตลอดปีมากกว่า 25,000 คันต่อวัน จะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดผลกระทบจากความเสียหายของการพังทลายของโครงสร้าง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.5-12**
2) ความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่งให้ผู้ประเมินพิจารณาความสำคัญของสะพานต่อโครงข่ายการขนส่ง พบว่าหากเป็นถนนหลักระหว่างเมืองจะมีความสำคัญและมีความเสี่ยงต่อการพังทลายสูง แล้วให้คะแนนตาม**ตารางที่ 9.5-13**

**ตารางที่ 9.5-12** ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 12.1 | > 25,000 คัน/วัน | 2 |
| 12.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | 1 |
| 12.3 | <4,000 คัน/วัน | 0 |

**ตารางที่ 9.5-13** ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง

| ลำดับ | หลักเกณฑ์ | คะแนนความเสี่ยง |
|---|---|---|
| 13.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | 3 |
| 13.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | 3 |
| 13.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | 1 |
| 13.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | 0 |

### 9.5.9. เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของถนน

หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของถนน จะพิจารณาตามผลรวมคะแนนความเสี่ยง ดังแสดงใน **ตารางที่ 9.5-14** ซึ่งจะช่วงของคะแนนจากถนนมีมีความเสี่ยงต่ำ (คะแนนน้อยสุด) ไปจนถนนที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากที่สุด) จากแนวทางการประเมินตามที่กล่าวข้างต้น

**ตารางที่ 9.5-14** เงื่อนไขคะแนนสำหรับการประเมินความเสี่ยงของถนน

| ลำดับ | คะแนน |
|---|---|
| 0 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ |
| 1-9 | ไม่ต้องการการซ่อมแซมใดๆ แต่ควรมีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ |
| 10-20 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง |
| 21-35 | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 36-45 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างทางจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |
| >40 | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างทางเกือบทั้งสายทาง บริเวณที่น้ำท่วมถึงเพื่อความปลอดภัย |

### 9.5.10. ผลการประเมินความเสี่ยงของถนน

จากผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามของถนนจำนวนทั้งหมด 12 แห่ง เพื่อทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนน ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.3-5** สามารถให้คะแนนค่าความเสี่ยง ตามแนวทางที่กล่าวข้างต้น ได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.5-15** โดยซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า คะแนนความเสี่ยงของถนน ที่สำรวจมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 18-38 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินความเสี่ยงในแต่ละแห่งได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 9.5-16**

**ตารางที่ 9.5-15** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของถนน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 1. ระยะห่างจากลำน้ำ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 0-5 ม. | | | | | | | | | | 5 | | | 5 | 5 |
| 1.2 | 5-20 ม. | | | | | | 4 | | | | | | | | |
| 1.3 | 20-50 ม. | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | 50 – 100 ม. | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | |
| 2. ความลาดชันคันทาง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | มากกว่า 1:1 | | | | | 5 | | 5 | | | | | | 5 | 5 |
| 2.2 | ระหว่าง 1:1 ถึง 1: 5 | | | 3 | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 3 | | | | |
| 2.3 | ระหว่าง 1:1.5 ถึง 1: 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | น้อยกว่า 1:2 | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| 3. ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำที่ลดลงสูงสุดและต่ำสุด | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | <0.50 ม. | | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | | | |
| 3.2 | 0.50-1.00 ม. | | | | | | | | | 2 | | | | | |
| 3.3 | 1.0-1.50 ม. | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| 3.4 | 1.50-2.0 ม. | | | | 4 | | | | | | | | 4 | | 4 |
| 3.5 | >2.00 ม. | | | | | | 5 | | 5 | | 5 | 5 | | | |
| 4. โครงสร้างชั้น Subgrde | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Cruch Roack | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 4.2 | Soil Aggrate | | | 2 | 2 | 2 | | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. โครงสร้างชั้น Subbase | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1 | Cruch Roack | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5.2 | Soil Aggrate | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ 9.5-15 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของถนน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 6. โครงสร้างชั้น Basease | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Cruch Roack | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1.2 | Soil Aggrate | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Sand Embnakment | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. การป้องกันตลิ่ง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | ไม่มี | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2 | ปลูกหญ้า/หญ้าขึ้นเองตามธรรมชาติ | | | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 |
| 7.3 | ดาดคอนกรีต | | | | | | 3 | | | | | | | | |
| 7.4 | Gabion | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | กระสอบทราย | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.6 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวลาด | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.7 | เขื่อนป้องกันตลิ่งแนวตั้ง (Retaining Wall) | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| 7.8 | อื่นๆ (ระบุ) | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. มุมที่กระแสน้ำกระทำกับ แนวถนน | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | 0-20 องศา | | | 0 | | | | 0 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8.2 | 20-45 องศา | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | |
| 8.3 | 45-90 องศา | | | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 8.4 | >90 องศา | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. รูปร่างของทางน้ำ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1 | ทางน้ำเป็นเส้นตรง | | | | 0 | | 0 | 0 | | | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 9.2 | ทางน้ำโขว้ | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| 9.3 | ทางน้ำคดเคี้ยว มีรูปแบบ การไหลคล้ายตัว “S” | | | 2 | | | | | 2 | 2 | | 2 | | | |

**ตารางที่ 9.5-15 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของถนน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 10. ประวัติการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ผิวทาง | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 10.2 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | | | | 2 | | 2 | | 2 | | | 2 | | | |
| 10.3 | ประวัติที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประวัติการ เกิดน้ำท่วมรุนแรง ความสูงน้ำท่วมในบริเวณเกิน 0.3 ม.จากผิวทาง | | | | | | | | | | 5 | | 5 | | |
| 11. ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมรุนแรง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.1 | ถนนในบริเวณที่ความสูงน้ำท่วม ในบริเวณโครงสร้างไม่ท่วมผิวทาง | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 11.2 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 1-2 วัน | | | | | | | | | | | 2 | | | |
| 11.3 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง ระยะเวลา 2-7 วัน | | | | 4 | | 4 | | 4 | | | | 4 | | |
| 11.4 | เกิดน้ำท่วม ความสูงน้ำท่วมในบริเวณไม่เกิน 0.3 ม.จากผิวทาง เกิน 7 วัน | | | | | | | | | | 10 | | | | |
| 12. ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรรายวัน | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.1 | > 25,000 คัน/วัน | | | | | | 2 | | | | | 2 | | 2 | |
| 12.2 | 4,000 - 25,000 คัน/วัน | | | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 | | 1 |
| 12.3 | <4,000 คัน/วัน | | | 0 | | | | | 0 | 0 | | | | | |
| 13. ความสำคัญของถนนต่อโครงข่ายการขนส่ง | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.1 | ถนนหลักระหว่างเมือง | | | | | | 3 | 3 | | | | 3 | | | |
| 13.2 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางสูง | | | | | | | | | | | | | 3 | |
| 13.3 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางปานกลาง | | | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 |
| 13.4 | ถนนที่มีการใช้เพื่อเดินทางต่ำ | | | 0 | | | | | 0 | 0 | | | | | |

**ตารางที่ 9.5-15 (ต่อ)** ผลการให้คะแนนความเสี่ยงการพิบัติของถนน ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

| ลำดับ | รายละเอียด | คะแนนความเสี่ยง | ผลการสำรวจ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ตำแหน่ง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | ทางหลวง | 1117 | 1143 | 2013 | 21 | 12 | 2275 | 1119 | 205 | 2 | 3045 | 3032 | 3233 |
| | | | ตอน | 100 | 101 | 102 | 501 | 603 | 301 | 101 | 202 | 101 | 100 | 100 | 100 |
| | | | กม.เริ่มต้น | 69+375 | 14+915 | 60+180 | 231+348 | 374+700 | 131+000 | 17+000 | 63+752 | 3+200 | 1+400 | 7+000 | 10+487 |
| | | | กม.สิ้นสุด | 69+490 | 14+940 | 60+190 | 231+448 | 374+715 | 131+300 | 18+700 | 63+972 | 3+215 | 1+800 | 8+000 | 10+577 |
| 14. สาเหตุการพิบัติของถนน | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.1 | ความแตกต่างของระดับน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ทำให้ดินสูญเสียเสถียรภาพ | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 14.2 | ถูกน้ำกัดเซาะในแนวตั้งฉากกับถนน เนื่องจากช่องระบายน้ำไม่เพียงพอ | | | | | | | ✓ | | | | | | | |
| 14.3 | น้ำท่วมไหลล้นข้ามถนน ทำให้เกิดการพิบัติ | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | |
| 14.4 | ไหล่ทางมีความลาดชันเกินไป | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.5 | ไม่มีวัสดุป้องกันการกัดเซาะบริเวณไหล่ทาง | | | | ✓ | | | | | | | | | | |
| 14.6 | อื่นๆ ระบุ | | | | ไหล่ทางบางช่วงชำรุด ทำให้มีความเสี่ยงต่อการพิบัติ | | มีวัชพืชขึ้น คอนกรีตป้องกันการกัดเซาะ ทำให้ชำรุดและเสี่ยงต่อการพังทลาย | กระแสน้ำไหลลงมาแรงเนื่องจากเป็นที่ลาดชัน | | | | | | | |
| **ผลรวมค่าคะแนนความเสี่ยง** | | | | 18 | 27 | 22 | 31 | 21 | 26 | 19 | 38 | 23 | 26 | 29 | 27 |

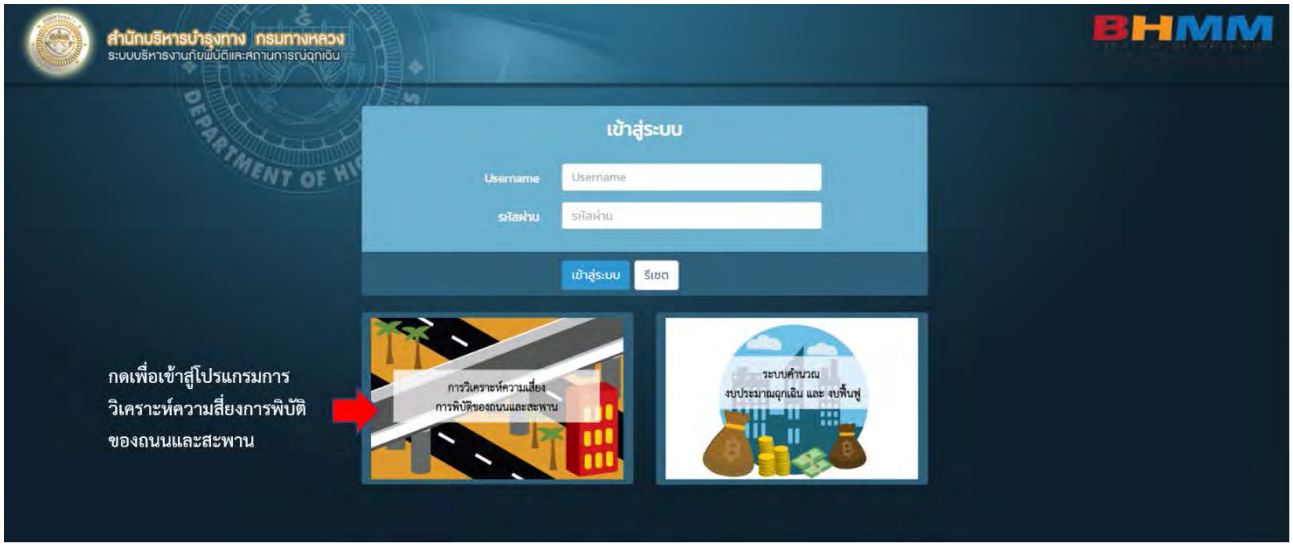
**ตารางที่ 9.5-16** สรุปผลการประเมินสะพานเพื่อประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

| ลำดับ | สายทาง | ตอน | ชื่อตอน | กม.เริ่มต้น | กม.สิ้นสุด | หน่วยงานรับผิดชอบ | จังหวัด | อำเภอ | ตำบล | ผลการประเมินความเสี่ยง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1117 | 100 | คลองแม่ลาย - อุ้มผาง | 69+375 | 69+490 | สทล. 4 (ตาก) | กำแพงเพชร | ปางศิลาทอง | ปางตาไว | การบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง |
| 2 | 1143 | 101 | นครไทย - น้ำคลาด | 14+915 | 14+940 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิษณุโลก | นครไทย | บ้านพร้าว | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 3 | 2013 | 102 | น้ำเหิน - บ่อโพธิ์ | 60+180 | 60+190 | สทล. 5 (พิษณุโลก) | พิษณุโลก | นครไทย | บ่อโพธิ์ | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 4 | 21 | 501 | วังชมภู - บุ่งน้ำเต้า | 231+348 | 231+448 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | เมืองเพชรบูรณ์ | นางั่ว | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 5 | 12 | 603 | น้ำดุก - ห้วยชำมะคาว | 374+700 | 374+715 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | หล่มสัก | ปากช่อง | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 6 | 2275 | 301 | ห้วยไร่ - บ้านกลาง | 131+000 | 131+300 | สทล. 6 (เพชรบูรณ์) | เพชรบูรณ์ | เมืองเพชรบูรณ์ | น้ำร้อน | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 7 | 1119 | 101 | น้ำสาดเหนือ - หนองผักหวาน | 17+000 | 18+700 | สทล. 11 (ลพบุรี) | นครสวรรค์ | ท่าตะโก | สายลำโพง | การบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง |
| 8 | 205 | 202 | คลองห้วยไผ่ - เทศบาลลำนารายณ์ | 63+752 | 63+972 | สทล. 11 (ลพบุรี) | ลพบุรี | ชัยบาดาล | ชัยบาดาล | ซ่อมแซมปรับปรุงโครงสร้างทางจำนวนมาก เพื่อความปลอดภัย |
| 9 | 2 | 101 | สระบุรี - ตาลเดี่ยว | 3+200 | 3+215 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สระบุรี | เมืองสระบุรี | ปากเพรียว | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 10 | 3045 | 100 | วิหารแดง - หนองหมู | 1+400 | 1+800 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สระบุรี | วิหารแดง | หนองสรวง | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 11 | 3032 | 100 | บุ้งกี๋ - ท่าศาล | 7+000 | 8+000 | สทล. 11 (ลพบุรี) | สิงห์บุรี | ค่ายบางระจัน | ท่าข้าม | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |
| 12 | 3233 | 100 | นครชัยศรี - ดอนตูม | 10+487 | 10+577 | สทล.15 (ประจวบคีรีขันธ์) | นครปฐม | นครชัยศรี | วัดละมุด | มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย |

## 9.6. การจัดทำโปรแกรมการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการพิบัติของถนนและสะพาน

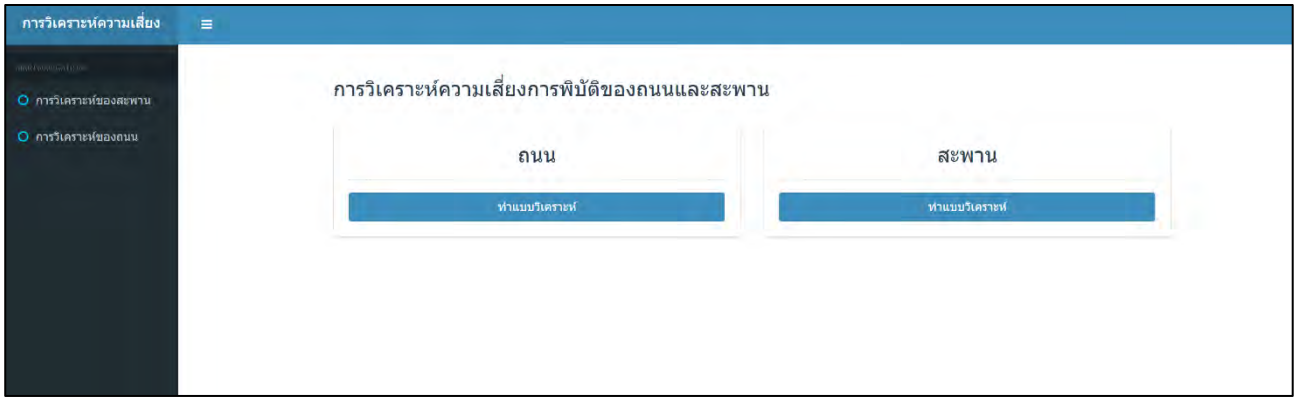
จากแนวทางการวิเคราะห์ค่วามเสี่ยงของถนนและสะพานตามที่กล่าวข้างต้น สามารถนำมาจัดทำโปรแกรมการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการพิบัติของถนนและสะพาน ได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานโปรแกรม ในหน้าจอการ Login เข้าสู่ระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2 ดังแสดงใน**รูปที่ 9.6-1**




**รูปที่ 9.6-1** การเข้าสู่โปรแกรมการวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนนและสะพาน

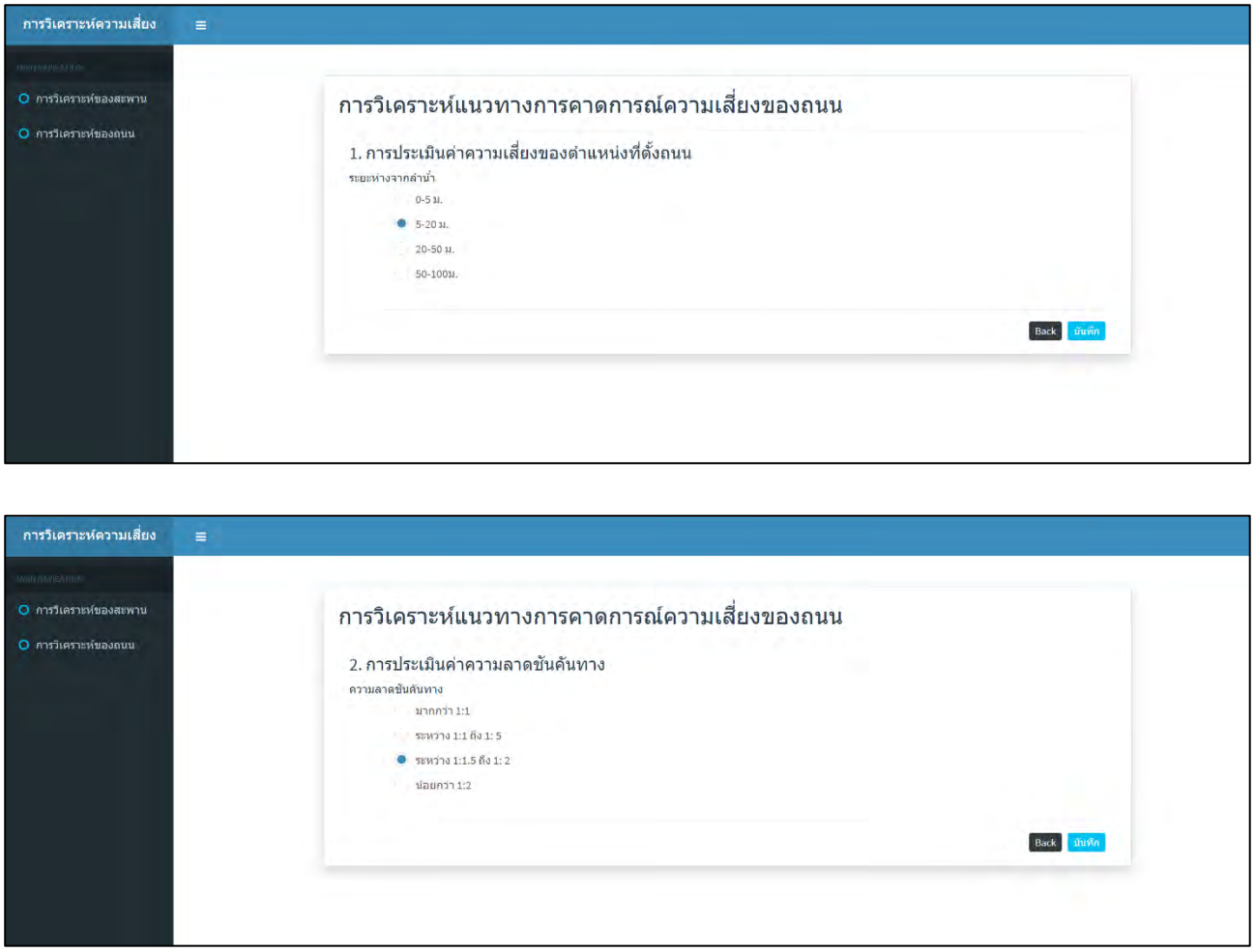
2) เมื่อเข้าสู่โปรแกรม จะปรากฏหน้าจอเมนูหลักเพื่อให้ผู้ใช้เลือกระหว่างการวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนนหรือการวิเคราะห์ความเสี่ยงของสะพาน ดังแสดงใน**รูปที่ 9.6-2**




**รูปที่ 9.6-2** หน้าจอเมนูหลักของโปรแกรมการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการพิบัติของถนนและสะพาน

3) กรณีการวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนน

3.1) ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนน ให้กดปุ่ม “ทำแบบวิเคราะห์” ในช่อง “ถนน” จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังแสดงตัวอย่างใน**รูปที่ 9.2-3** ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดลักษณะทางกายภาพของถนนตามผลการสำรวจ โดยเมื่อทำการกรอกข้อมูลครบสามารถกดปุ่ม **บันทึก** เพื่อกรอกข้อมูลในหน้าถัดไป หรือ กดปุ่ม **Back** เพื่อย้อนกลับมาแก้ไขข้อมูลก่อนหน้าได้



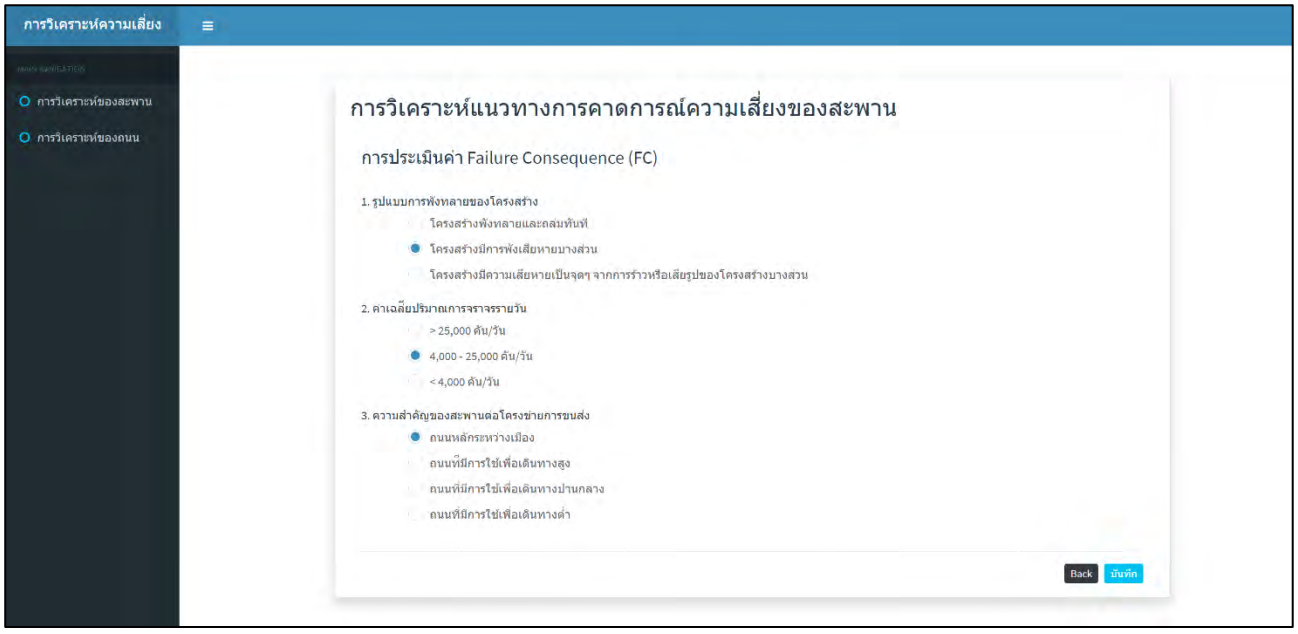

**รูปที่ 9.6-3** ตัวอย่างการกรอกข้อมูลตามผลการสำรวจถนนเพื่อประเมินความเสี่ยง

3.2) เมื่อทำการกรอกข้อมูลผลการสำรวจครบ ระบบจะทำการคำนวณและรวมคะแนนความเสี่ยงตามข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ จากนั้นจะแสดงระดับความเสี่ยงของถนนพร้อมแนวทางในการป้องกัน ดังแสดงตัวอย่างใน**รูปที่ 9.6-4** (จากตัวอย่างจะเห็นว่าผลรวมของคะแนนความเสี่ยงเท่ากับ 30 คะแนน ดังนั้น แนวทางในการป้องกัน คือ “มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้างทาง และซ่อมแซม ปรับปรุงบางส่วนเพื่อความปลอดภัย”

**รูปที่ 9.6-4** ตัวอย่างผลการประเมินความเสี่ยงของถนน

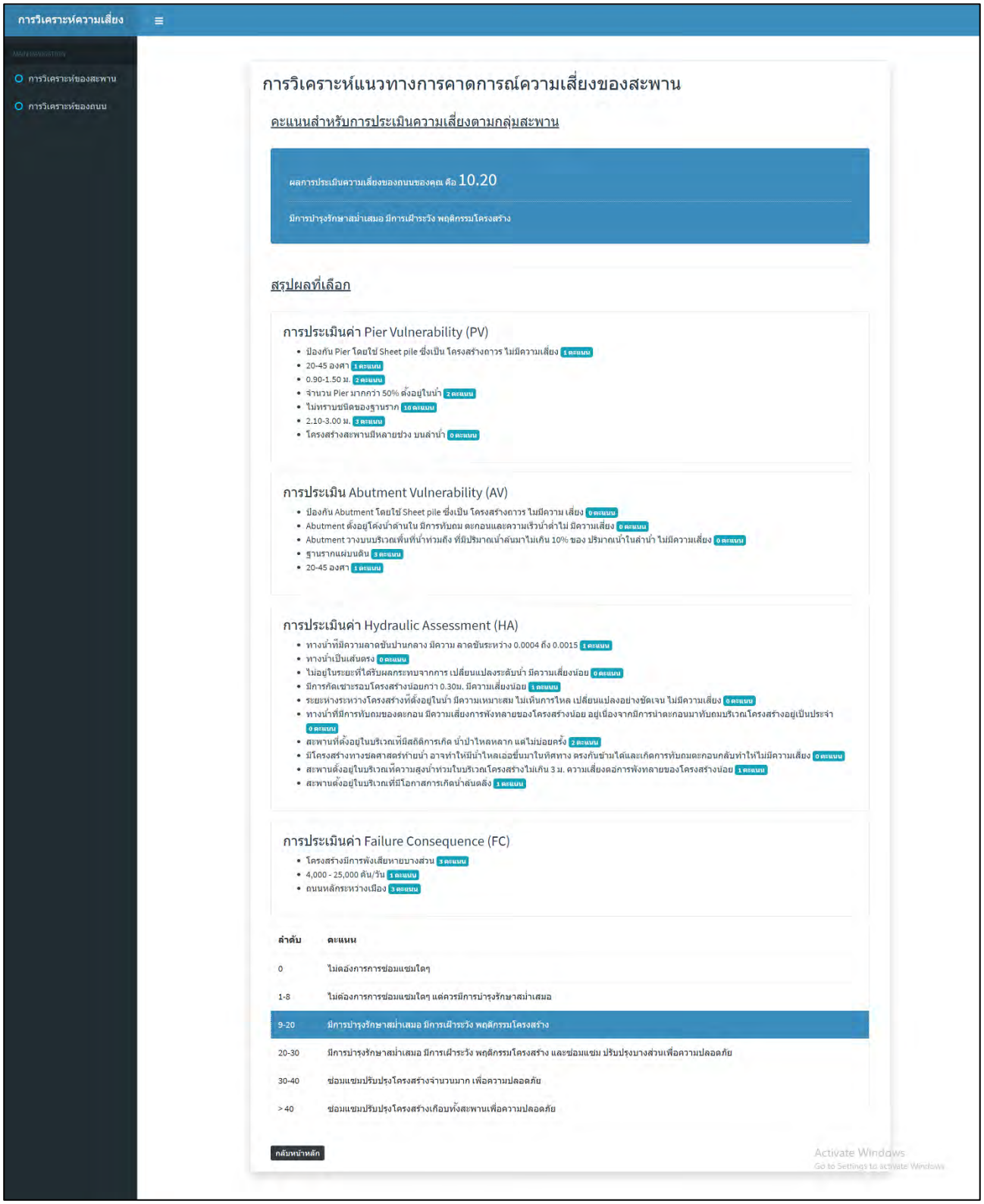
4) กรณีการวิเคราะห์ความเสี่ยงของสะพาน

4.1) ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกวิเคราะห์ความเสี่ยงของสะพาน ให้กดปุ่ม “ทำแบบวิเคราะห์” ในช่อง “สะพาน” จากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังแสดงตัวอย่างใน**รูปที่ 9.6-5** ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดลักษณะทางกายภาพของถนนตามผลการสำรวจ โดยเมื่อทำการกรอกข้อมูลครบสามารถกดปุ่ม **บันทึก** เพื่อกรอกข้อมูลในหน้าถัดไป หรือ กดปุ่ม **Back** เพื่อย้อนกลับมาแก้ไขข้อมูลก่อนหน้าได้




**รูปที่ 9.6-5** ตัวอย่างการกรอกข้อมูลตามผลการสำรวจสะพานเพื่อประเมินความเสี่ยง

4.2) เมื่อทำการกรอกข้อมูลผลการสำรวจครบ ระบบจะทำการคำนวณและรวมคะแนนความเสี่ยงตามข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ พร้อมทั้งแสดงค่าคะแนนการประเมินความเสี่ยงสำหรับแต่ละตัวแปรที่ได้ทำการบันทึกไว้ รวมถึงแสดงระดับความเสี่ยงของสะพานพร้อมแนวทางในการป้องกัน ดังแสดงตัวอย่างใน**รูปที่ 9.6-6** (จากตัวอย่างจะเห็นว่าผลรวมของคะแนนความเสี่ยงเท่ากับ 10.20 คะแนน ดังนั้น แนวทางในการป้องกัน คือ “มีการบำรุงรักษาสม่ำเสมอ มีการเฝ้าระวัง พฤติกรรมโครงสร้าง”




**รูปที่ 9.6-6** ตัวอย่างผลการประเมินความเสี่ยงของสะพาน

# บทที่ 10
# การฝึกอบรม

## 10. การฝึกอบรม

### 10.1. การฝึกอบรมการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน

การฝึกอบรมการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน จัดขึ้นเพื่อถ่ายวิธีการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉินที่ปรับปรุงขึ้น โดยในการจัดฝึกอบรมได้แบ่งเป็น 3 รุ่น (มีผู้เข้าร่วมประชุมตามรายชื่อทั้งหมด 310 ท่าน) ดังนี้

- รุ่นที่ 1 วันอังคารที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 8.30-16.30 น.
- รุ่นที่ 2 วันพุธที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 8.30-16.30 น.
- รุ่นที่ 3 วันพฤหัสบดีที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 8.30-16.30 น.

ในการฝึกอบรมทั้ง 3 รุ่น (ดังแสดงในรูปที่ **10.1-1 ถึง 10.1-3**) ได้จัดขึ้น ณ สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ซึ่งการอบรมจะมีเนื้อหาที่เหมือนกัน คือ ในช่วงแรกเป็นการบรรยายให้ถึงภาพรวมการดำเนินงานของโครงการ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทราบถึงความเป็น วัตถุประสงค์และผลที่จะได้รับจากการดำเนินงานโครงการ จากนั้นจะเป็นการฝึกปฏิบัติงานการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน (Web Application) โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลเหตุการณ์ การดูรายละเอียดและเพิ่มการรายงานสถานการณ์ การกำหนดเส้นทางเลี่ยง การแก้ไขข้อมูลเหตุการณ์ การเสนอแผนงบประมาณ ตลอดจนการใช้งานในฟังก์ชั่นอื่นๆ ได้แก่ การนำเข้าข้อมูลสภาพจราจร จุดเฝ้าระวัง ช่องทางพิเศษ ข้อมูลงานก่อสร้าง ข้อมูลจุดบริการ รวมทั้งการใช้งานและสืบค้นข้อมูลผ่านแผนที่ จากนั้นในช่วงบ่ายจะเป็นการนำเสนอวิธีการใช้งาน ระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน (Mobile Application) โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม การเพิ่มข้อมูลเหตุการณ์ ข้อมูลสภาพจราจร จุดเฝ้าระวัง ช่องทางพิเศษ ข้อมูลงานก่อสร้าง ข้อมูลจุดบริการ รวมทั้งการใช้งานและสืบค้นข้อมูลผ่านแผนที่

**รูปที่ 10.1-1** การฝึกอบรมการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน รุ่นที่ 1

**รูปที่ 10.1-2** การฝึกอบรมการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน รุ่นที่ 2

**รูปที่ 10.1-3** การฝึกอบรมการใช้งานระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน รุ่นที่ 2

## 10.2. การฝึกอบรมแนวทางการใช้และการคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้า และการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ

การฝึกอบรมแนวทางการใช้และการคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้า และการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ ได้จัดขึ้นในวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 8.30 - 16.30 น. ณ สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร (ดังแสดงใน**รูปที่ 10.2-1**) โดยมีผู้เข้าร่วมอบรมตามรายชื่อทั้งสิ้น 100 ท่าน ซึ่งในการฝึกอบรมช่วงแรกเป็นการบรรยายให้ถึงภาพรวมการดำเนินงานของโครงการ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทราบถึงความเป็นวัตถุประสงค์และผลที่จะได้รับจากการดำเนินงานโครงการ จากนั้นจะเป็นการอธิบายถึงแนวคิด และหลักการวิเคราะห์ปัจจัยที่นำมาใช้ในการคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้า พร้อมทั้งฝึกปฏิบัติงานการใช้งานโปรแกรมการคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนงานฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้า โดยอธิบายตั้งแต่ขั้นตอนการจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลและวิธีการใช้งานโปรแกรม จากนั้นได้เข้าสู่เนื้อหาของการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ โดยในช่วงต้นจะเป็นการอธิบายถึงแนวคิดในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของถนนและสะพาน จากนั้นจะเป็นการฝึกปฏิบัติการการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติที่ได้พัฒนาขึ้น

**รูปที่ 10.2-1** การฝึกอบรมแนวทางการใช้และการคาดการณ์วงเงินงบประมาณของแผนสถานการณ์ฉุกเฉินและแผนงานฟื้นฟูล่วงหน้า และการวิเคราะห์ความเสี่ยงการพิบัติของถนนและสะพานอันเนื่องมาจากภัยพิบัติ

## 10.3. การฝึกอบรมผู้ดูแลระบบ

การฝึกอบรมผู้ดูแลระบบบริหารงานภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ระยะที่ 2 ได้จัดขึ้นในวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2563 เวลา 9.00 - 12.00 น. ณ สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (ดังแสดงใน**รูปที่ 10.3-1**) โดยมีผู้เข้าร่วมอบรมตามรายชื่อทั้งสิ้น 10 ท่าน ซึ่งในการฝึกอบรมประกอบด้วย การจัดการบัญชีผู้ใช้งาน การจัดการรายงานการบันทึกของผู้ใช้ การเชื่อมต่อกับเครื่องคอพิวเตอร์ server และการสำรองข้อมูล

**รูปที่ 10.3-1** การอบรมผู้ดูแลระบบ