การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน พื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม อำเภอปง จังหวัดพะเยา

กิตติกร โลราช

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
พฤษภาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษาและคณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน พื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม อำเภอปง จังหวัดพะเยา” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง ของมหาวิทยาลัยพะเยา

.....

(ดร. ปรีดา ไชยมหาวัน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ นพรัก)

คณบดีวิทยาลัยการศึกษาต่อเนื่อง

พฤษภาคม 2556

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร. ธีระพจน์ ศุภวิริยะกิจ, รองศาสตราจารย์กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ และ ดร. ปรีดา ไชยมหาวัน อาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนกระทั่งการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักอุทกวิทยา สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น ที่กรุณาเผยแพร่ข้อมูลเอกสารให้คำแนะนำ แก้ไข ในการศึกษาค้นคว้าจนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

กิตติกร โลราช

ชื่อเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน พื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม อำเภอปง จังหวัดพะเยา

ผู้ศึกษาค้นคว้า กิตติกร โลราช

ที่ปรึกษา ดร. ปรีดา ไชยมหาวัน

ประเภทสารนิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วศ.ม. สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง, มหาวิทยาลัยพะเยา, 2556

คำสำคัญ การออกแบบคลองระบายน้ำแบบป้องกันน้ำกัดเซาะ

บทคัดย่อ

น้ำขานเป็นลำน้ำตามธรรมชาติรับน้ำจากภายนอกพื้นที่เขตชุมชน เมื่อเกิดฝนตกหนักในพื้นที่ต้นน้ำในปริมาณมากและรวดเร็วจากป่าต้นน้ำถูกทำลาย ทำให้เกิดการกัดเซาะตลิ่งและร่องน้ำเปลี่ยนทิศทาง เอ่อท่วมพื้นที่ชุมชนได้รับความเสียหายเป็นจำนวนมาก การศึกษาออกแบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งน้ำขานโดยการหาปริมาณน้ำหลากสูงสุดจากภายนอกโครงการด้วยวิธี Rational Method ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 5, 10, 20 และ 25 ปี ในเขตคลองที่จำกัดอ่านกราฟ IDF Curve ของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ใกล้เคียง หาปริมาณการไหลด้วยวิธี Manning's Formula มาออกแบบคลองระบายน้ำแบบป้องกันการกัดเซาะ โดยคลองเป็นดินทราย ค่า V ที่ได้ต้องน้อยกว่า 0.76 ลบ.ม./วินาที (Fortier and Scobey 1973) ใน 3 ทางเลือก ระหว่าง คลองดินขุด คลองหินเรียงยาแนว คลองดาดคอนกรีต ที่ฝนในรอบปีการเกิดซ้ำเท่ากับอายุโครงการ มาประเมินมูลค่าก่อสร้างในทางเลือกคลองระบายน้ำในรอบปีต่าง ๆ โดยเทียบมูลค่าต้นทุนเป็นต่อปี เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสม คลองดาดคอนกรีตที่อายุโครงการ 25 ปี มีความเหมาะสมกับพื้นที่โครงการในการตัดสินใจเลือกมากที่สุด

Title A COMPARATIVE STUDY OF THE COST OF DESIGN WATER SYSTEM TO PREVENT EROSION OF THE REVER BANK KHAN NGIM DISTRICT MUNICIPALITY AREA PHAYAO PROVINCE

Author Kittikorn Lolarch

Advisor Dr. Preeda Chaimahawan

Academic Paper Independent Study M. Eng in Construction Administration, University of Phayao, 2013

Keywords The design of drainage water system to prevent running water eroebed.

ABSTRACT

Khan river's natural water catchment area outside the areas. When heavy rains in upstream areas and a large amount of forest destruction. Cause bank erosion and channel change direction. I flooded areas have been damaged a lot. Studies designed to prevent water erosion of the Khan rivers. The determination of flood peak of the project with the Rational Method in the rain last year recurrence 5, 10, 20 and 25 year in the Canal Zoon, a limited reading of the measured rainfall IDF Curve chart adjacent. To flows through. Manning's Formula Drainage canals designed to prevent erosion. The canal is sand that has value V must be less than 0.76 m/s (Fortier and Scobey 1973) in a three–way choice between the canal linings, Condo cut stone grout. The rainfall for the year is a recurring project. The estimated construction cost of a drainage canal in the year, by comparing the cost per year. When considered appropriate. Concrete canal lining project life of 25 year is appropriate for the project area most decisions.

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

ข้อกำหนดทั่วไป 7

ข้อกำหนดด้านอุทกวิทยา 8

การออกแบบระบบระบายน้ำ 8

หลักการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) 12

3 วิธีดำเนินการวิจัย 15

การเก็บรวบรวมข้อมูล 15

การวิเคราะห์ข้อมูล 15

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 17

การออกแบบคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะ 17

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง 35

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ 37

5 บทสรุป 41

สรุปผลการวิจัย 41

ข้อเสนอแนะ 43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

บรรณานุกรม 45

ภาคผนวก 46

ภาคผนวก ก 47

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า 52

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้พื้นที่รับน้ำย่อย 9
2 แสดงความเร็วมากที่สุดของน้ำที่ยอมให้ที่ไม่เกิดการกัดเซาะดิน 11
3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ในสมการ Manning's formula 13
4 แสดงการคำนวณออกแบบขนาดคลองระบายน้ำระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่ง ลำน้ำขาน ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 34
5 แสดงความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต..... 35
6 แสดงค่า Free Board ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต 35
7 แสดงการประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน..... 37
8 แสดง Compound Interest Factors อัตราดอกเบี้ย (i) 7%ต่อปี 38
9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าต้นทุนต่อปี ในการออกแบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่ง ลำน้ำขาน ในพื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม..... 42

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 แสดงการเกิดน้ำกัดเซาะตลิ่งและร่องน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล..... 2
2 แสดงการซ่อมแซมความเสียหายจากผลกระทบน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน..... 2
3 แสดงน้ำเอ่อท่วมพื้นที่ชุมชนจนได้รับความเสียหาย จากผลกระทบน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน..... 3
4 แสดงสภาพภูมิประเทศของลำน้ำขานไหลลงมาสู่พื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม..... 5
5 แสดงกราฟความเข้มของฝน–ช่วงเวลาที่ฝนตก–รอบปีที่เกิดซ้ำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา Intensity duration frequently curve (IDF–Curve)..... 10
6 แสดงรูปตัดตามขวาง ในการออกแบบคลองระบายน้ำระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน..... 34
7 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี..... 47
8 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี..... 47
9 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี..... 47
10 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี..... 48
11 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี..... 48
12 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี..... 48
13 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี..... 49
14 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี..... 49
15 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี..... 49
16 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี..... 50
17 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี..... 50
18 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี..... 50

อักษรย่อ

กม.	=	กิโลเมตร
ตร.กม.	=	ตารางกิโลเมตร
ม.	=	เมตร
ตร.ม.	=	ตารางเมตร
ลบ.ม.	=	ลูกบาศก์เมตร
ลบ.ม./วินาที	=	ลูกบาศก์เมตร/วินาที
มม./ชม.	=	มิลลิเมตร/ชั่วโมง

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทศบาลตำบลงิมเป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอปง จังหวัดพะเยา มีเนื้อที่โดยประมาณ 11.8 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,400 ไร่ สภาพที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน สภาพโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นที่ราบริมน้ำ มีเนินเขาขนาบพื้นที่ทั้งด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก พื้นที่ลาดเอียงจากทางเหนือลงสู่ทางใต้ พื้นที่บางส่วนของทิศตะวันออกติดกับป่าสงวนแม่ยมฝั่งซ้ายและทิศตะวันตกติดกับป่าสงวนแม่ยมฝั่งขวา มีลำน้ำที่สำคัญอยู่ 3 สาย คือ ลำน้ำงิม ลำน้ำลู และลำน้ำขาน ซึ่งไหลผ่านตามเนินเขาเข้าสู่พื้นที่โดยมีลำน้ำงิมไหลผ่านตอนกลางของเทศบาล จากทิศเหนือลงสู่ตอนใต้ของเทศบาล ลำน้ำลูทางแนวเขตของเทศบาลไหลลงสู่ลำน้ำงิม ลำน้ำขานเป็นลำน้ำตามธรรมชาติที่มีความสำคัญด้านเกษตรกรรม ของพื้นที่ชุมชนบ้านหนองบัวหมู่ 2 และบ้านควรหมู่ 3 และบ้านเก๊าเงาหมู่ 15 ในพื้นที่นอกเขตเทศบาลตำบลงิม ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน โดยสภาพทั่วไปมีลักษณะเป็นที่ราบริมน้ำ มีเนินเขาขนาบพื้นที่ทั้งด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก พื้นที่ลาดเอียงจากทิศเหนือสงสู่ทิศใต้ ลำน้ำขานอยู่ทางทิศตะวันออกในเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่ยมฝั่งซ้าย จากพื้นที่ลุ่มน้ำนอกเขตพื้นที่ชุมชนไหลผ่านเข้ามาสู่พื้นที่ชุมชนหมู่ 2 หมู่ 3 และ หมู่ 15 ซึ่งไหลมาบรรจบลำน้ำงิมตอนกลางในเขตเทศบาล

สาเหตุของการกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน เป็นลำน้ำที่มีความโค้งของลำน้ำมาก เมื่อเกิดฝนตกหนัก ในพื้นที่ต้นน้ำในปริมาณมากและรวดเร็ว เนื่องจากพื้นที่ป่าต้นน้ำถูกทำลาย ทำให้เกิดการกัดเซาะตลิ่งและร่องน้ำอย่างรวดเร็ว จนเกิดการเปลี่ยนทิศทางของลำน้ำ ทำให้เข้าท่วมพื้นที่เกษตรกรรมและเอ่อท่วมพื้นที่ชุมชน ในขณะเดียวกันนั้น เมื่อลำน้ำถูกกีดขวางการไหลอันเนื่องมาจากการก่อสร้างถนน สะพาน และฝายน้ำล้น รวมทั้งการบุกรุกพื้นที่ริมน้ำของราษฎรจนทำให้สภาพคลองนั้นเปลี่ยนไป

ภาพ 1 แสดงการเกิดน้ำกัดเซาะตลิ่งและร่องน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล

ในการแก้ไขปัญหาน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานนั้น ปัจจุบันเทศบาลยังไม่ได้ดำเนินการแต่อย่างใด มีเพียงการป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งบางส่วน ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า โดยการซ่อมแซมสิ่งสาธารณูปโภคที่ได้รับความเสียหายและปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น การกำจัดวัชพืช สิ่งกีดขวางทางน้ำ ขุดลอกตะกอนและซ่อมแซมคันดินริมลำน้ำ คอสะพาน เป็นต้น

ภาพ 2 แสดงการซ่อมแซมความเสียหายจากผลกระทบน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน

จากเหตุการณ์อุทกภัยในปี 2549, 2551, 2554 และปี 2555 ทำให้เกิดความเสียหายต่อภาครัฐและภาคเอกชน เช่น พืชผลทางการเกษตร ที่ดินสิ่งปลูกสร้าง ถนน โรงเรียน และบ้านเรือนของราษฎร ซึ่งเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่มีมากกว่าปกติเกิดการกัดเซาะตลิ่งทำให้น้ำบางส่วนเปลี่ยนทิศทางและเอ่อท่วมพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ชุมชน จนทำให้ราษฎรได้รับความเดือดร้อน ด้วยเหตุผลนี้จึงให้ความสำคัญในการเปรียบเทียบต้นทุนการออกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุมชน หมู่ 3 และหมู่ 15 ในเขตเทศบาลตำบลงิม

ภาพ 3 แสดงน้ำเอ่อท่วมพื้นที่ชุมชนจนได้รับความเสียหาย จากผลกระทบน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาผลกระทบด้านการออกแบบโครงการ ในทางเลือกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานระหว่างแบบ คลองดินขุด คลองหินเรียงยาแนว และคลองดาดคอนกรีต ที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุมชน หมู่ 3 และหมู่ 15 ในเขตเทศบาล โดยมีสภาพเขตคลองลำน้ำที่จำกัด

2. หาต้นทุนโครงการก่อสร้างที่เหมาะสม สำหรับทางเลือกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานในรูปแบบการป้องการกัดเซาะและไม่ป้องกันการกัดเซาะ ระหว่างแบบคลองดินขุด คลองหินเรียงยาแนว และคลองดาดคอนกรีต ที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุมชน หมู่ 3 และหมู่ 15 ในเขตเทศบาล

สมมติฐานของการวิจัย

1. ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวสัมผัส “n” ใช้เท่ากับ 0.030
2. สัมประสิทธิ์น้ำท่า "C" ใช้เท่ากับ 0.20
3. ความเร็วเฉลี่ยที่ยอมให้ของกระแสน้ำที่ไหลผ่านลำน้ำ V = 0.76 ม./วินาที

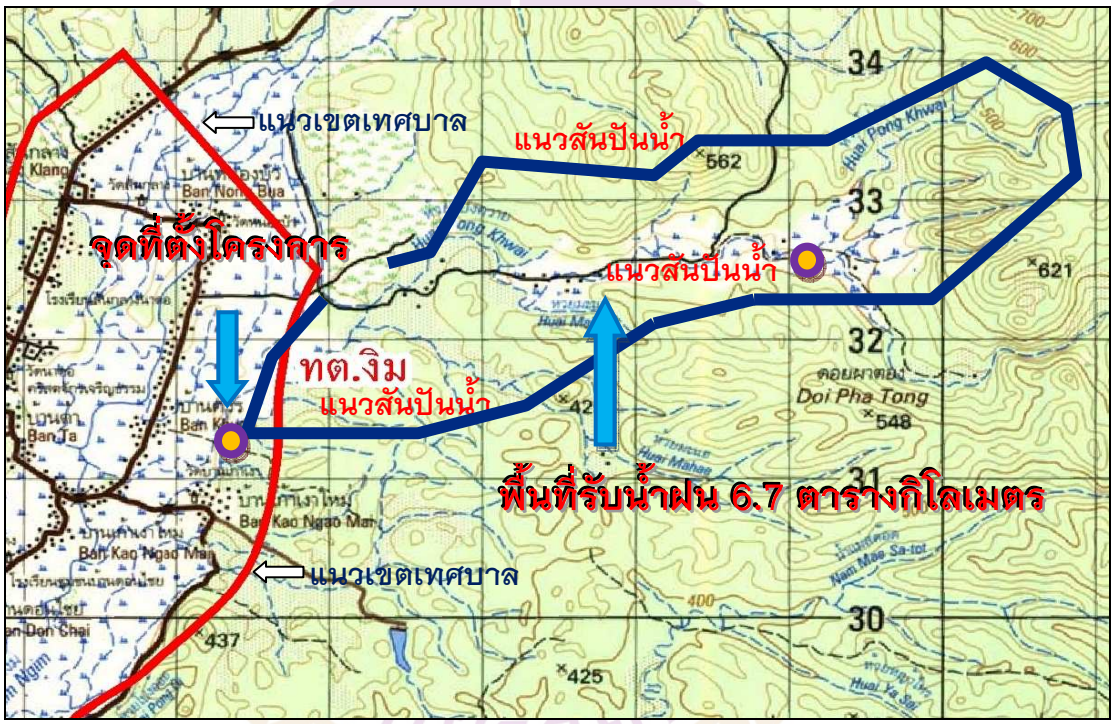
ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลสภาพภูมิประเทศ จากสภาพพื้นที่รองรับน้ำฝน (Water Shade Area) โดยกำหนดเส้นล้อมรอบแบ่งฝนที่ตกลงมาสู่พื้นที่รองรับน้ำฝนที่พิจารณา หาพื้นที่รองรับน้ำฝนจากแผนที่กรมทหาร 1: 50,000 เพื่อใช้ประกอบการหาพื้นที่ฝนตก (Catchment Area) จากพื้นรับน้ำฝนจนถึงจุดที่ตั้งโครงการ

2. การศึกษาจากสภาพอุทกวิทยา นำข้อมูลความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) จากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ใกล้เคียง Intensity duration frequently curve (IDF–Curve) เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณน้ำ

3. การศึกษาวิธีการออกแบบคลองระบายน้ำแบบเปิด ณ จุดที่ตั้งโครงการก่อสร้าง เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดจากภายนอกโครงการ และปริมาณการไหลของน้ำมาใช้ในการออกแบบคลองระบายน้ำแบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง

การศึกษาวิจัยนี้มีขอบเขตในการศึกษาโดยสภาพภูมิประเทศ และสภาพอุทกวิทยาจากพื้นที่รองรับน้ำฝน (Water shade area) โดยมีเส้นปันน้ำล้อมรอบ แบ่งฝนที่ตกลงมาให้ไหลลงสู่พื้นที่รองรับน้ำฝนที่พิจารณา หาพื้นที่รับน้ำฝนจากแผนที่ 1: 50,000 ใช้ประกอบการหาพื้นที่ฝนตก (Catchment Area) รูปร่างของลำน้ำ ชั้นความสูงหรือระดับภูมิประเทศ และความลาดเอียงท้องน้ำ ของพื้นที่รับน้ำฝนซึ่งมีผลต่อการไหลของน้ำจากปริมาณน้ำหลากสูงสุด พื้นที่รับน้ำฝน 6.7 ตร.กม. จากแผนที่ทางทหาร 1: 50,000 คำนวณหาพื้นที่รับน้ำฝนของลำน้ำขาน



ภาพ 4 แสดงสภาพภูมิประเทศของลำน้ำขานไหลลงมาสู่พื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม

สำหรับการวิจัยนี้ใช้วิธีการหาหาปริมาณน้ำไหลบ่าในลำน้ำด้วยกันอยู่ 2 วิธี คือ วิธี Rational Method และวิธี Manning's formula

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การกัดเซาะ (Erosion) หมายถึง กระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการที่ทำให้ผิวหน้าดิน หิน หลุดร่อน หรือกร่อนไปโดยตัวการทางธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ น้ำ ลม สภาพภูมิอากาศ

2. การระบายน้ำ (Drainage) หมายถึง สภาพองค์อาคารประกอบของระบบระบายน้ำ เช่น รางระบายน้ำ ท่อลดแรงดันน้ำ (Weep Hole) ฯลฯ ที่มีความสามารถทำให้น้ำจากผิวดินหรือใต้ดินไหลออกไปจากพื้นที่โดยสะดวกและเป็นไปตามวัตถุประสงค์

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนโครงการ ในทางเลือกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานที่เหมาะสมกับพื้นที่ชุมชนหมู่ 3 และหมู่ 15 ในเขตเทศบาล โดยให้ค่าผลตอบแทนด้านการลงทุนก่อสร้างว่าทางเลือกระบบใด ที่ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าในการก่อสร้างมากที่สุดและมีผลกระทบต่อพื้นที่ชุมชนน้อยที่สุด

2. หาข้อสรุปทางเลือกระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขานที่เหมาะสม เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำกัดเซาะตลิ่งริมน้ำที่เป็นสาเหตุให้พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุมชนที่ได้รับความเสียหาย เมื่อเกิดปริมาณน้ำป่าไหลหลากมาตามลำน้ำขานอย่างรวดเร็ว

3. เป็นแนวทางเลือกสำหรับผู้บริหารท้องถิ่นเพื่อใช้การตัดสินใจเลือก แบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการก่อสร้าง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อกำหนดทั่วไป

1. เขตคลองระบายน้ำ

เขตคลองต้องกำหนดให้สิ้นสุดที่ลาดคันดินข้างคลองด้านนอกเป็นอย่างน้อย และต้องกำหนดมาตรการ เพื่อป้องกันการบุกรุกเขตคลองไว้ให้ชัดเจน นอกจากนี้จัดเตรียมทางขึ้น – ลง ไว้รองรับการขนย้ายดินที่เกิดจากการขุดลอก รวมทั้งกำหนดมาตรการป้องกันดินที่ขุดทิ้งเป็นคันดินข้างคลองไหลกลับลงสู่คลองระบายน้ำอีกด้วย การขุดคลองจะต้องขนดินขุดลอกไปทิ้งที่อื่น ไม่ควรนำดินที่ขุดลอกมาปั้นเป็นคันดินซึ่งอาจลุกล้ำเข้าไปในคลอง ในการสร้างเขื่อนข้างคลองต้องมีการสืบยันเอกสารที่ดินของเจ้าของที่และแนวเขตทางเดิมก่อน เขตคลองต้องไม่กำหนดโดยใช้ระดับน้ำต่ำสุด หรือระดับน้ำที่ไหลในฤดูแล้ง จะต้องมีแนวชานคลองที่ระดับน้ำสูงสุด และกั้นพื้นที่ชานคลองไม่ให้มีการก่อสร้าง

2. จุดรับน้ำจากพื้นที่ข้างคลองระบายน้ำ

ให้กำหนดวิธีการปรับปรุงรักษาสภาพจุดบรรจบของทางระบายน้ำจากพื้นที่ข้างคลองระบายน้ำให้มีขีดความสามารถไปตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้น้ำสามารถระบายน้ำจากพื้นที่ข้างคลองไหลลงสู่คลองระบายน้ำได้สะดวก

3. การอนุรักษ์แนวคลองระบายน้ำ

3.1 ทำการสำรวจและปักแนวเขตคลองให้ชัดเจนเพื่อป้องกันการบุกรุกเขตคลอง ทั้งนี้ให้กว้างเท่ากับแนวชานคลองหรือ Flood way ที่ระดับน้ำสูงสุด

3.2 ให้มีกฎหมายบังคับใช้สำหรับการจัดการกันผู้บุกรุกพื้นที่

3.3 ทำการขุดลอกฟื้นฟูคลองระบายน้ำเดิมให้กลับคืนสู่สภาพ

ข้อกำหนดด้านอุทกวิทยา

1. คลองระบายน้ำในพื้นที่ชุมชน

ในการกำหนดขีดความสามารถ (ความจุ) คลองระบายน้ำกำหนด ดังนี้

กรณีเป็นคลองระบายน้ำที่รับจากทั้งพื้นที่ชุมชนตนเองและรับน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำนอกพื้นที่ชุมชนระบายผ่านพื้นที่ชุมชนไปยังแหล่งรับน้ำต้องออกแบบให้มีขีดความสามารถรองรับฝนที่ตกลงมาที่คาบอุบัติไม่น้อยกว่า 25 ปี

กรณีเป็นคลองระบายน้ำที่รับน้ำจากพื้นที่ชุมชนตนเองต้องออกแบบให้มีขีดความสามารถรองรับฝนที่ตกลงมาที่คาบอุบัติไม่น้อยกว่า 5 ปี

2. คลองระบายน้ำนอกพื้นที่ชุมชน

คลองระบายน้ำนอกพื้นที่ชุมชนมีหน้าที่ขนส่งน้ำที่รับมาจากพื้นที่ระบายน้ำข้างคลองระบายน้ำไปยังแหล่งรับน้ำ คือ แม่น้ำหรือทะเล คลองระบายน้ำนอกเขตพื้นที่ชุมชนแบ่งออกเป็น คลองระบายน้ำ ในการกำหนดขีดความสามารถ (ความจุ) คลองระบายน้ำ ดังนี้

กรณีเป็นคลองระบายน้ำ ควรออกแบบให้มีขีดความสามารถรองรับฝนที่ตกลงมาที่คาบอุบัติไม่น้อยกว่า 5 ปี

ขีดความสามารถหรือความจุคลองระบายน้ำ หมายถึง อัตราการไหลผ่านคลองระบายน้ำที่ระดับน้ำสูงสุดต่ำกว่าขอบตลิ่งที่เป็นระดับเฉลี่ยดินเดิมไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้น้ำจากพื้นที่ข้างคลองระบายน้ำสามารถระบายออกได้สะดวก และไม่เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่ระบายน้ำข้างคลองระบายน้ำ ดังกล่าว

การออกแบบระบบระบายน้ำ

การออกแบบทางด้านอุทกศาสตร์ ระบบระบายน้ำซึ่งต้องทำการพิจารณาแบ่งพื้นที่รับน้ำ เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหลาก โดยใช้ทฤษฎีในการประมาณค่าปริมาณน้ำหลาก

1. วิธี Rational Method เป็นการคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำท่าของพื้นที่โครงการเพื่อการออกแบบคลองระบายน้ำ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำจากข้อมูลสถิติน้ำฝนและข้อมูลลักษณะของลำน้ำ

สูตร $Q = 0.278\ CIA$

Q = อัตราการการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)

C = สัมประสิทธิ์ของน้ำท่า

I = ความเข้มของฝน (มิลลิเมตร /ชั่วโมง)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

$$Tc = \left[\frac{0.87\ L^3}{H}\right]^{0.385}$$

1.1 สัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับพื้นที่รองรับน้ำย่อยในแต่ละแห่ง จะทำจากพื้นฐานของการสำรวจจากภาคสนาม และการคาดการณ์เพื่อพัฒนาพื้นที่ในอนาคต โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การไหลสำหรับพื้นที่แบบต่าง ๆ ดังนี้

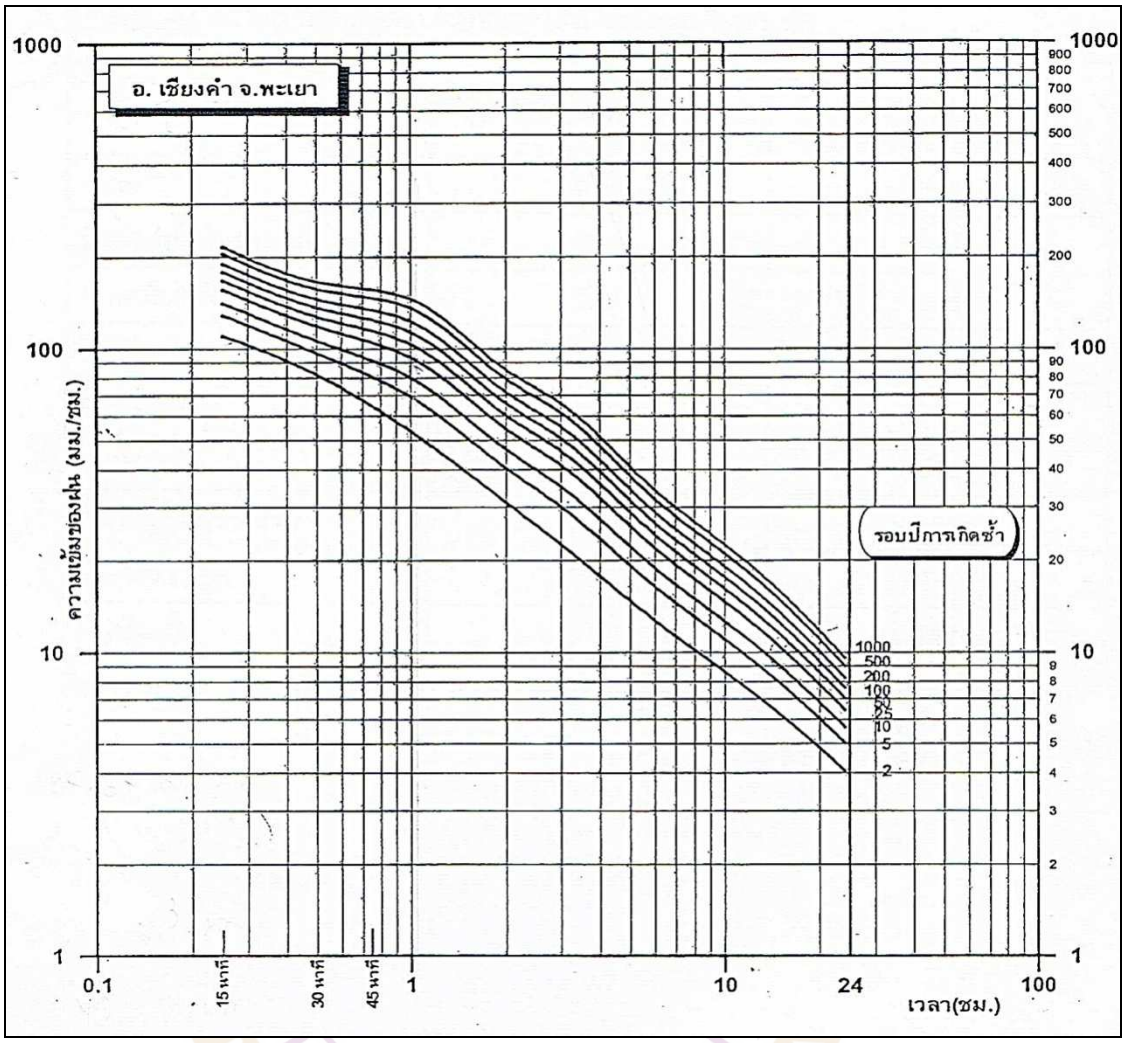
ตาราง 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้พื้นที่รับน้ำย่อย

สภาพการใช้พื้นที่	สัมประสิทธิ์น้ำท่า C
ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	0.30–0.45
ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.40–0.50
ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	0.45–0.60
ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ	0.50–0.70
ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม	0.20–0.30
ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม	0.20–0.30
ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา	0.40–0.70
ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา	0.20–0.30
ที่ดินประเภทสถาบันราชการ	0.50–0.60

ที่มา: ผังเมืองรวมชุมชนงิม โยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพะเยา, 2551

1.2 คาบความถี่ของฝนที่ใช้ในการออกแบบคลองและทางระบายน้ำสายหลัก จะการทำการออกแบบให้รับน้ำได้ด้วยคาบความถี่ 5 ปี

1.3 ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) สำหรับคาบความถี่และช่วงเวลาของฝนที่กำหนดจะหาได้จากการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาของฝน ช่วงเวลาของฝน กำหนดให้เท่ากับช่วงเวลาที่น้ำไหลจากบริเวณฝนตกที่จุดไกลที่สุดมาเข้ารางระบายน้ำและไหลในรางระบายมายังจุดที่พิจารณา หาได้จากข้อมูลที่วิเคราะห์เป็นกราฟแสดงความเข้มของฝน – ช่วงเวลาที่ฝนตก – รอบปีจากการเกิดซ้ำ ของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ภายในพื้นที่แต่ละจังหวัด เรียกว่า Intensity duration frequently curve (IDF–Curve) โดยพิจารณาใช้รอบปีที่เกิดซ้ำ (ภาพ 1 แสดงกราฟความเข้มของฝน –ช่วงเวลาที่ฝนตก–รอบปีที่เกิดซ้ำ ของอำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา)



ภาพ 5 แสดงกราฟความเข้มของฝน–ช่วงเวลาที่ฝนตก–รอบปีที่เกิดซ้ำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา Intensity duration frequently curve (IDF–Curve)

ที่มา: โยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพะเยา

1.4 ระยะเวลาที่น้ำไหลบนผิวดิน หาได้จากค่าความเร็วสูงสุดที่น้ำจะไหลในร่องน้ำ ดังแสดงในตารางของ Fortier and Scobey 1973 ความเร็วมากสุดของน้ำที่ยอมให้ที่ไม่เกิดการกัดเซาะดิน (ภาพ 2 แสดงความความเร็วมากสุดของน้ำที่ยอมให้ที่ไม่เกิดการกัดเซาะดิน)

ตาราง 2 แสดงความเร็วมากที่สุดของน้ำที่ยอมให้ที่ไม่เกิดการกัดเซาะดิน

ชนิดดิน	ความเร็ว (ม/วินาที)	
	น้ำใส	น้ำขุ่น(มีตะกอนแขวนลอย)
ทราย	0.46	0.76
ดินร่วนปนดินตะกอน	0.61	0.91
ดินเหนียวแข็ง	1.14	1.52
ดินดาน	1.83	1.83
กรวดละเอียด	0.76	1.52
กรวดหยาบ	1.22	1.83
หินใหญ่โตกว่ากรวด	1.83	1.83
หินก้อนใหญ่	3.90–2.50	3.90–2.50
หินพืดแข็ง	4.00	4.00

2. วิธี Manning's Formula

การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำจากสูตร Manning's Formula

สูตรแมนนิ่ง (Manning's formula) เป็นวิธีการใช้หลักพลังงาน (Principle of energy) ในการประมวลหาค่าความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ การคำนวณจะต้องใช้ข้อมูลหรือวัดความลาดเทของผิวน้ำตามแนวลำน้ำเพื่อใช้เป็นค่าประมาณของความลาดชันของพลังงาน หรือ Energy gradient เป็นสูตรที่นิยมใช้คำนวณค่าความเร็วเฉลี่ย

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

เมื่อ

V = ค่าความเร็วเฉลี่ย เมตร/วินาที

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า $\frac{A}{P}$ เมตร

A = พื้นรูปตัดลำน้ำ ตารางเมตร

P = ความยาวเส้นขอบเปียก เมตร

S = ความลาดชันผิวน้ำ

โดยที่ พื้นที่รูปตัด เส้นขอบเปียกและความลาดชันผิวน้ำ หาได้จากการสำรวจภายหลังที่ปริมาณน้ำสูงสุดผ่านไปแล้ว ซึ่งสังเกตได้จากคราบของระดับน้ำสูงสุด ในกรณีไม่ได้สำรวจหาค่าความลาดชันผิวน้ำ

การคำนวณการไหลของน้ำในท่อหรือคลองโดยทั่วไปใช้ Manning's Formula ค่าสัมประสิทธ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต โดยตั้งสมมุติฐานว่าเป็นทางระบายน้ำตรง (มีมุมเบี่ยงเบนไม่เกิน 5 องศา) และรวมค่าความสูญรอง (Minor Loss) ต่าง ๆ ไว้แล้ว เช่น ที่รอยต่อระหว่างท่อ รอยต่อระหว่างท่อและบ่อพักเป็นต้น สำหรับกรณีคลองธรรมชาติ กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ (n) เท่ากับ 0.030 – 0.035 สำหรับตัวลำน้ำ และเท่ากับ 0.050–0.075 สำหรับบริเวณ Flood Plain ของลำน้ำ

หลักการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n)

จากคู่มือการประเมินค่าการไหล (สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ, 2551) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการและปัจจัยเหล่านี้ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอีกด้วย ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1. ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัสดุที่นำมาใช้สร้างผิวหน้าทางน้ำ โดยวัสดุที่มีเม็ดละเอียดก็จะให้ค่า n ต่ำ และวัสดุที่มีเม็ดหยาบก็จะให้ค่า n สูง ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดค่า n

2. พืชที่ขึ้นปกคลุมทางน้ำ เช่น หญ้า ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการต้านการไหลและจะลดอัตราการไหล ผลของพืชที่ขึ้นปกคลุมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความสูง ความหนาแน่น การกระจายและชนิดของพืช

3. ความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำ ในทางน้ำธรรมชาติมีความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำจะเกิดขึ้นจากหาดทราย หลุมและบ่อในท้องคลอง เป็นต้น จากการวิจัย พบว่าถ้าทางน้ำนั้นค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างหรือหน้าตัดการไหล จะไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า n มากนัก แต่ถ้าการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนอย่างฉับพลันก็จะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่า n อย่างมาก

4. แนวทางน้ำ ทางน้ำที่มีรัศมีส่วนโค้งของแนวทางน้ำมากและส่วนโค้งนั้น ราบเรียบจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า n น้อยมาก แต่ถ้าทางน้ำนั้นมีรัศมีส่วนโค่งของแนวทางน้ำน้อยหรือเป็นโค้งหักข้อศอกและโค้งกลับไปกลับมา จะทำให้ค่า n มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งบางครั้ง

อาจจะเพิ่มค่า n ได้ถึง 30% นายสโคบี (Scobey) ได้ทำการทดลองในรางน้ำ (flume) พบว่า n จะมีค่าเพิ่มขึ้น 0.001 ถ้ารางน้ำเบี่ยงเบนไปเป็นมุม 20 องศาและความยาวของรางน้ำ 30 เมตร

5. การกัดเซาะและการตกตะกอน จากการทดลอง พบว่าการตกตะกอนจะทำให้ทางน้ำที่ไม่สม่ำเสมอเปลี่ยนมาเสมอต้นเสมอปลายและค่า n จะลดลงในทางตรงกันข้าม ถ้าเกิดการกัดเซาะก็จะทำให้ทางน้ำไม่สม่ำเสมอและค่าของ n จะเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การตกตะกอนจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของวัสดุที่ปะปนกับน้ำและทำให้ลักษณะการตกตะกอนแตกต่างกัน เช่น การตะกอนทำให้เกิดสันทรายก็จะเพิ่มค่า n เป็นต้น

6. สิ่งกีดขวาง สิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น ตอหม้อสะพาน จะทำให้ n มีค่าเพิ่มขึ้น การเพิ่มค่า n จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด รูปร่าง ปริมาณและการจัดวางตัวของสิ่งกีดขวาง

7. ความลึกการไหลและอัตราการไหล โดยทั่วไปทางน้ำจะมีค่า n ลดลง เมื่อความลึกการไหลและอัตราการไหลมีค่ามากขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า เมื่อทางน้ำมีความลึกการไหลน้อย ความไม่สม่ำเสมอของท้องคลองจะทำให้มีบางส่วนโผล่ขึ้นมาทำให้ n มีค่ามากอย่างไรก็ตาม ทางน้ำอาจจะมีค่า n เพิ่มขึ้น เมื่อความลึกการไหลและอัตราการไหลมีค่ามากขึ้นก็ได้ ถ้าลาดตลิ่งของทางน้ำขรุขระ และมีหญ้าขึ้นรกรุงรัง

ตาราง 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ในสมการ Manning's formula

ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1. ทางน้ำธรรมชาติ			
1.1 ลำน้ำย่อย (ความกว้างผิวน้ำที่เกิดอุทกภัย 100 ฟุต)			
1.1.1 ลำน้ำบนที่ราบ			
1.1.1.1 สะอาด ตรง ระดับสูง ไม่มีแยกและบ่อลึก	0.025	0.030	0.033
1.1.1.2 เหมือนข้อแรกแต่มีหินและวัชพืชมากกว่า	0.030	0.035	0.040
1.1.1.3 สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ	0.033	0.040	0.045
1.1.1.4 เหมือนข้อ 2.1.1.3 แต่มีวัชพืชและหิน	0.035	0.045	0.050
1.1.1.5 เหมือนข้อ 2.1.1.4 แต่ระดับต่ำกว่าความลาดเทและรูปตัดไม่แน่นอน	0.040	0.048	0.055
1.1.1.6 เหมือนข้อ 2.1.1.4 แต่มีหินมากกว่า	0.045	0.050	0.060
1.1.1.7 ช่วงที่ไหลช้า วัชพืช บ่อลึก	0.050	0.070	0.080
1.1.1.8 ช่วงที่มีวัชพืชมาก บ่อลึกหรือทางอุทกภัยที่มีต้นไม้	0.075	0.100	0.150

ตาราง 3 (ต่อ)

ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1.1.2 ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำ ตลิ่งลาดชัน ต้นไม้ และพุ่มไม้ตามตลิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับการไหลสูง			
1.1.2.1 ก้น: กรวด ก้อนหินและหินก้อนใหญ่ ๆ เล็กน้อย	0.030	0.040	0.050
1.1.2.2 ก้น: ก้อนหิน หินก้อนใหญ่กว่าข้อแรก	0.040	0.050	0.070
1.2 ทาม			
1.2.1 ทุ่งหญ้า ไม่มีพุ่มไม้			
1.2.1.1 หญ้าสั้น	0.025	0.030	0.035
1.2.1.2 หญ้ายาว	0.030	0.035	0.050
1.2.2 พื้นที่เพาะปลูก			
1.2.2.1 ไม่มีพืช	0.020	0.030	0.040
1.2.2.2 พืชเป็นแถวที่แก่	0.025	0.035	0.045
1.2.2.3 พืชไร่ที่แก่	0.030	0.040	0.050
1.2.3 ไม้พุ่ม			
1.2.3.1 ไม้พุ่มกระจัดกระจาย วัชพืช	0.035	0.050	0.070
1.2.4 ต้นไม้			
1.2.4.1 พื้นที่ว่างเปล่ามีตอไม้หรือมีหน่อไม้	0.030	0.040	0.050
1.2.4.2 เหมือนข้อ 1.2.4.1 แต่มีหน่อมาก	0.050	0.060	0.080
1.2.4.3 มีไม้ยืนต้น มีไม้ล้มเล็กน้อย ต้นเล็กมีเล็กน้อย ระดับน้ำต่ำกว่ากิ่งก้าน	0.080	0.100	0.120
1.2.4.4 เหมือนข้อ 1.2.4.3 แต่ระดับน้ำถึงกิ่งก้าน	0.100	0.120	0.160
1.3 ลำน้ำหลัก (ผิวน้ำเมื่อเกิดอุทกภัยกว้าง 100 ฟุต) ค่าน้อยกว่าลำน้ำย่อยที่มีลักษณะเหมือนกัน			
1.3.1 รูปตัดสม่ำเสมอ ไม่มีก้อนหินหรือพุ่มไม้	0.025		0.060
1.3.2 ไม่สม่ำเสมอ และรูปตัดขรุขระ	0.035		0.10

ที่มา: Bruce R. el al.,"Fundamentals of Fluid Mechanics", Iowa State University. Ames, Iowa, USA, 1990, 843pp.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาข้อมูลสภาพแหล่งน้ำ สภาพภูมิประเทศ และจุดที่ตั้งของโครงการ
2. ตรวจสอบสภาพท้องน้ำที่เกิดขึ้นในรอบปีจากข้อมูลด้านธรณีวิทยา
3. หาค่าอัตราการไหลสูงสุดของปริมาณน้ำท่า (Q) ด้วยวิธี **Rational Method** จากปริมาณน้ำฝนในรอบ 5, 10, 20, 25 ปีที่เกิดซ้ำ
4. เปรียบเทียบค่า (Q) ระหว่าง **Manning** และ **Rational Method**
5. ใช้วิธีการ TRY & ERROR เพื่อคำนวณหาขนาดคลองระบายน้ำ ค่า (V) ความเร็วเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจริง ถ้า (V) ที่เกิดขึ้นมากกว่า Ve จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 แสดงว่าเกิดการกัดเซาะ ต้องมีการป้องกันโดยการออกแบบป้องกันการกัดเซาะ ถ้ากรณีที่ (V) ที่เกิดขึ้นน้อยกว่า Ve แสดงว่าไม่เกิดการกัดเซาะ ต้องมีการป้องกันการกัดเซาะโดยออกแบบคลองดินขุด นำคลองแบบต่าง ๆ มาหาต้นทุนก่อสร้าง
6. วิเคราะห์และประเมินผล เพื่อนำมาเปรียบเทียบราคาต้นทุนในการออกแบบที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านช่องเปิดลำน้ำโดยวิธี **Rational Method**
2. คำนวณหาความเร็วไหลผ่านช่องเปิดลำน้ำโดยวิธี **Manning's Formula**

คำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านช่องเปิดลำน้ำจากจุดเริ่มต้นก่อสร้างตลอดแนวคลองโดยพิจารณาเปรียบเทียบจากหลายวิธีเพื่อที่ออกแบบคลองระบายน้ำแบบเปิดให้เหมาะสมและการระบายน้ำให้อย่างเพียงพอซึ่งได้อัตราการไหลของน้ำสูงสุดที่ไหลผ่านลำน้ำ Q ลบม./วินาที (อัตราการไหลของน้ำสูงสุด peakจากปริมาณน้ำฝนในรอบ 5, 10, 20, 25 ปี) และความเร็วเฉลี่ยที่ยอมให้ของกระแสน้ำที่ไหลผ่านลำน้ำที่ไม่เกิดการกัดเซาะ มาจากตาราง (FORTIER AND SCOBEY 1973) สังเกตจากน้ำขุ่นและท้องน้ำเป็นดินทราย V = 0.76 ม. /วินาที จากอัตราการไหลของน้ำสูงสุดที่ไหลผ่านล้ำน้ำ Q ลบม./วินาทีในปริมาณน้ำฝนในรอบ 5, 10, 20, 25 ปี จากช่องเปิดคลองระบายน้ำเดิม (Area=Q/A) ที่ไม่เท่ากันแต่ละรอบปีจากพื้นที่ช่องเปิดคลองระบายน้ำน้อยที่สุดจนถึงพื้นที่ช่องเปิดคลองระบายน้ำมากที่สุดและก็จะทราบว่า

พื้นที่ช่องเปิดคลองระบายน้ำในช่วงรอบปีใดที่จะเกิดการกัดเซาะตลิ่งของลำน้ำ

การเปรียบเทียบความแตกต่างของโครงการ

แนวทางเลือกในการออกแบบระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่ง โดยกำหนดทางเลือกไว้ 3 วิธี คือ

1. ทำการป้องกันการกัดเซาะโดยทำแบบคลองดินขุดตลอดแนวคลองระบายน้ำตามธรรมชาติ โดยมีพื้นที่ช่องเปิดปากคลองเท่ากับช่วงรอบปีใดที่จะเกิดการกัดเซาะตลิ่ง

2. ทำการป้องกันการกัดเซาะโดยทำแบบคลองหินเรียงยาแนวตลอดแนวคลองระบายน้ำตามธรรมชาติ โดยมีพื้นที่ช่องเปิดปากคลองเท่ากับช่วงรอบปีใดที่จะเกิดการกัดเซาะตลิ่ง

3. ทำการป้องกันการกัดเซาะโดยทำแบบคลองดาดคอนกรีตตลอดแนวคลองระบายน้ำตามธรรมชาติ โดยมีพื้นที่ช่องเปิดปากคลองเท่ากับช่วงรอบปีใดที่จะเกิดการกัดเซาะตลิ่ง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะ

1. **การคำนวณคลองระบายน้ำ** ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี

การออกแบบคลองระบายน้ำเพื่อป้องกันการกัดเซาะ ลำน้ำขนาน ซึ่งรับน้ำจากภายนอกพื้นที่โครงการ 6.70 ตร.กม. (จากแผนที่ทหาร 1: 50,000) และความแตกต่างระดับ 2 จุดนี้เป็น 58 ม. สภาพภูมิประเทศป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม ในรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี

1.1 ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

หาปริมาณน้ำหลากจากภายนอกโครงการด้วยวิธี Rational Method จากสูตร

$Q = 0.278CIA$

Q = อัตราการการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)

Tc = เวลาน้ำเข้มข้น (Time of Comtration) (ชม.)

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดไกลสุดถึงจุดที่พิจารณาของพื้นที่รับน้ำ (กม.)

H = ความแตกต่างระดับพื้นดินจากจุดไกลสุดถึงจุดที่พิจารณาของพื้นที่รับน้ำ (ม.)

C = สัมประสิทธิ์แสดงอัตราส่วนระหว่างน้ำท่าและน้ำฝน

I = ความเข้มของฝน (มม./ชม.)

A = พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)

จะได้ A = 6.70 ตร.กม.

L = 4.25 กม. (จากแผนที่ทหาร 1: 50,000)

H = 58.00 กม. (จากการสำรวจวัดค่าความสูงโดยใช้ GPS)

หาค่า I: $Tc = \left[\frac{0.87\ L^3}{H}\right]^{0.385}$

$= \left[\frac{0.87\ \times 4.25^3}{58}\right]^{0.385}$

= 1.056 ชม. = 63.36 นาที

จาก Tc = 63.36 นาที ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี อ่านกราฟ Rainfall Intensity – duration – Frequently curve (IDF–Curve) ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียง จะได้ I = 69 มม./ชม.

หาค่า C = 0.20 (จากตาราง 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้พื้นที่รับน้ำย่อย)

แทนค่าจากสูตร Q = 0.278 CIA

Q = 0.278 ✕ 0.20 ✕ 69.00 ✕ 6.70

Q = 25.70 ลบ.ม./วินาที

1.2 หาปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยวิธี Manning's formula

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

V = ค่าความเร็วเฉลี่ย (ม. /วินาที)

N = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ

R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า $\frac{A}{P}$ (ม.)

A = พื้นรูปตัดลำน้ำ (ตร.ม.)

P = ความยาวเส้นขอบเปียก (ม.)

S = ความลาดชันผิวน้ำ หาได้จากค่า $\frac{H}{L}$ (ม.)

H = ความแตกต่างระดับพื้นดินจากจุดไกลสุดถึงจุดที่พิจารณาของพื้นที่รับน้ำ (ม.)

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดไกลสุดถึงจุดที่พิจารณาของพื้นที่รับน้ำ (กม.)

จากการสำรวจพื้นที่ จุดก่อสร้างจะได้

n = 0.030 (จากตารางค่าสัมประสิทธิ์ของลำน้ำ)

P = 7.920 ตร.ม. (จากการคำนวณพื้นที่รูปตัดของลำน้ำ)

S = 7.516 ม. (จากการคำนวณพื้นที่รูปตัดของลำน้ำ)

เมื่อความเร็วของน้ำในคลองระบายน้ำตามธรรมชาติของลำน้ำขาน ลักษณะเป็นดินทราย ระยะเวลาน้ำไหลบนผิวดิน หาได้จากค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973

แทนค่าในสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.030} \times \left(\frac{7.920}{7.516}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(\frac{58}{4.25 \times 1000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 4.032 ม./วินาที

จะได้ค่าความเร็วที่เกิดขึ้นของน้ำในคลองระบายน้ำตามธรรมชาติของลำน้ำขานที่เป็นดินทราย V = 4.032 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่ามากกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 แสดงว่าจะต้องทำการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งของลำน้ำ

1.2.1 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดินขุด ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 2

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 6.20 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (3.20 + 2.00 x 3.00) x 3.00

= 36.600 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1 + Z^2} \times 2d$

$P = 6.20 + \sqrt{1 + 2^2} \times 2 \times 3.00$\

= 19.61641 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{36.600}{19.61641}$

= 1.866 ม.

$R^{2/3}$ = 1.516 ม.

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.030} \times 1.516 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 0.714 ม. /วินาที $<$ 0.76 ม./วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 36.600 x 0.714

= 26.15 ลบ.ม./วินาที $>$ 25.70 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 26.15 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 25.70 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างท้องคลอง = 6.20 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม. ยอมรับได้

1.2.2 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองหินเรียงยาแนว ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 2

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

B = 1.80 ม.

D = 2.85 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (1.80 + 2.00 x 2.85) x 2.85

= 21.375 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1+Z^2} \times 2d$

$P = 1.80 + \sqrt{1+2^2} \times 2 \times 2.85$

$= 14.54559$ ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{21.375}{14.54559}$

$= 1.470$ ม.

$R^{2/3} = 1.293$ ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.293 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$V = 1.219$ ม./วินาที

จากสูตร $Q = AV$

$Q = 21.375 \times 1.219$

$= 26.05$ ลบ.ม./วินาที $>$ 25.70 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 26.05 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 25.70 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 1.52 ลบ.ม./วินาที ชนิดดินเหนียวแข็ง จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างท้องคลอง = 1.80 ม. ความลึกของน้ำ = 2.80 ม.

1.2.3 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดาดคอนกรีต ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 3.00 ม.

D = 2.85 ม.

จาก A = (b + 1.5d) d

A = (3.00 + 1.5 x 2.85) x 2.85

= 20.734 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{13} \times d$

$P = 3.00 + \sqrt{13} \times 2.85$

= 13.27582ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{20.734}{13.27582}$

= 1.562 ม.

$R^{2/3}$ = 1.346 ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.346 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.269 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 20.734 x 1.269

= 26.31 ลบ.ม./วินาที $\geq$ 25.70 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 26.31 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 25.70 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นใช้ความกว้างท้องคลอง = 1.80 ม. ความลึกของน้ำ = 2.80 ม

2. การคำนวณคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี

จาก Tc = 63.36 นาที ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี อ่านกราฟ Rainfall Intensity – duration – Frequently curve (IDF CURVE) ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงจะได้ = 79 มม./ชม.

หาค่า C = 0.20 (จากตาราง 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้

พื้นที่รับน้ำย่อย)

แทนค่าจากสูตร Q = 0.278 CIA

Q = 0.278 × 0.20 × 79.00 × 6.70

Q = 29.43 ลบ.ม./วินาที

2.1 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดินขุด ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 2

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 7.50 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (7.50 + 2.00 x 3.00) x 3.00

= 40.500 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1 + Z^2} \times 2d$

$P = 7.50 + \sqrt{1 + 2^2} \times 2 \times 3.00$

= 20.91641 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{40.500}{20.91641}$

= 1.936 ม.

$R^{2/3}$ = 1.554 ม.

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$V = \frac{1}{0.030} \times 1.554 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$

V = 0.732 ม. /วินาที < 0.76 ม./วินาที

จากสูตร $Q = AV$

$Q = 40.500 \times 0.732$

$= 29.66$ลบ.ม./วินาที $>$ 29.43 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 29.66 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 29.43 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างท้องคลอง = 7.50 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม. ยอมรับได้

2.2 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองหินเรียงยาแนว ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 2

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 2.00 ม.

d = 3.00 ม.

จาก $A = (b + 2d)\, d$

$A = (2.00 + 2.00 \times 3.00) \times 3.00$

$= 24.000$ ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1 + Z^2} \times 2d$

$P = 2.00 + \sqrt{1 + 2^2} \times 2 \times 3.00$

$= 15.41641$ ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{24.000}{15.41641}$

$= 1.557$ ม.

$R^{2/3} = 1.343$ ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.343 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.266 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 24.000 x 1.266

= 30.38 ลบ.ม./วินาที > 29.43 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 30.38 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 29.43 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 1.52 ลบ.ม./วินาที ชนิดดินเหนียวแข็ง จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้าง ท้องคลอง = 2.00 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม.

1.3 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดาดคอนกรีต ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 3.10 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 1.5d) d

A = (3.10 + 1.5 x 3.00) x 3.00

= 22.800 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{13} \times d$

$P = 3.10 + \sqrt{13} \times 3.00$

= 13.91665 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{22.800}{13.91665}$

$= 1.638$ ม.

$R^{2/3} = 1.390$ ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.390 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.310 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 22.800 x 1.310

= 29.87 ลบ.ม./วินาที > 29.43 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 29.87 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 29.43 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นใช้ความกว้างท้องคลอง = 3.10 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม

3. การคำนวณคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี

จาก Tc = 63.36 นาที ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี อ่านกราฟ Rainfall Intensity – duration – Frequently curve (IDF CURVE) ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงจะได้ I = 90 มม./ชม.

หาค่า C = 0.20 (จากตาราง 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้พื้นที่รับน้ำย่อย)

แทนค่าจากสูตร Q = 0.278 CIA

Q = 0.278 × 0.20 × 90.00 × 6.70

Q = 33.53 ลบ.ม./วินาที

3.1 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดินขุด ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 2

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 9.00 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (9.00 + 2.00 x 3.00) x 3.00

= 45.000 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1+Z^2} \times 2d$

$P = 9.00 + \sqrt{1+2^2} \times 2 \times 3.00$

= 22.41641 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{45.000}{22.41641}$

= 2.007 ม.

$R^{2/3}$ = 1.591 ม.

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.030} \times 1.591 \times \left(\frac{1}{5.000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 0.750 ม. /วินาที < 0.76 ม./วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 45.000 x 0.750

= 33.75ลบ.ม./วินาที > 33.53 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 33.75ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 33.53 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 9.00 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม. ยอมรับได้

3.2 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองหินเรียงยาแนว ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

S = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 2.70 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 1.5d) d

A = (2.70 + 2.00 x 3.00) x 3.00

= 26.100 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1+Z^2} \times 2d$

$P = 2.70 + \sqrt{1+Z^2} \times 2 \times 3.00$

= 16.11641 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{26.100}{16.11641}$

= 1.619 ม.

$R^{2/3}$ = 1.379 ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.379 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.300 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 26.100 x 1.300

= 33.93 ลบ.ม./วินาที > 33.53 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 33.93 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 33.53 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 1.52 ลบ.ม./วินาที ชนิดดินเหนียวแข็ง จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 2.70 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม.

3.3 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดาดคอนกรีต ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 3.85 ม.

d = 3.00 ม.

จาก $A = (b + 1.5d)\, d$

$A = (3.85 + 1.5 \times 3.00) \times 3.00$

$= 25.050$ ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{13} \times d$

$P = 3.85 + \sqrt{13} \times 3.00$

$= 14.66665$ ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{25.050}{14.66665}$

$= 1.708$ ม.

$R^{2/3} = 1.429$ ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.429 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.347 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

$Q = 25.050 \times 1.347$

$= 33.74$ ลบ.ม./วินาที $>$ 33.53 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 33.74 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 33.53 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 3.85 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม

4. การคำนวณคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี

จาก Tc = 63.36 นาที ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี อ่านกราฟ Rainfall Intensity – duration – Frequently curve (IDF CURVE) ของสถานีวัดน้ำฝนซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงจะได้ I = 93 มม./ชม.

หาค่า C = 0.20 (จากตาราง 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าสำหรับสภาพการใช้พื้นที่รับน้ำย่อย)

แทนค่าจากสูตร Q = 0.278 CIA

$Q = 0.278 \times 0.20 \times 93.00 \times 6.70$

$Q = 34.64$ ลบ.ม./วินาที

4.1 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดินขุด ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 10.60 ม.

d = 3.00 ม.

จาก $A = (b + 2d)\, d$

$A = (10.60 + 2.00 \times 3.00) \times 3.00$

$= 49.800$ ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{1+Z^2} \times 2d$

$P = 10.60 + \sqrt{1+2^2} \times 2 \times 3.00$

$= 24.01641$ ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{49.800}{24.01641}$

$= 2.074$ ม.

$R^{2/3} = 1.626$ ม.

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.030} \times 1.626 \times \left(\frac{1}{6,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$V = 0.70$ ม. /วินาที $<$ 0.76 ม./วินาที

จากสูตร $Q = AV$

$Q = 49.800 \times 0.70$

$= 34.85$ ลบ.ม./วินาที $>$ 34.64 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 34.85 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 34.64 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 0.76 ลบ.ม./วินาที จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 10.60 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม. ยอมรับได้

4.2 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองหินเรียงยาแนว ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี

ใช้วิธีการ Trial and error

กำหนดให้

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 2.90 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (2.90 + 2.00 x 3.00) x 3.00

= 26.700 ตร.ม

จาก P = b + $\sqrt{1+Z^2}$ x 2d

P = 2.90 +$\sqrt{1+2^2}$ x 2 x 3.00

= 16.31641 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{26.700}{16.31641}$

= 1.636 ม.

$R^{2/3}$ = 1.389 ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.389 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.309 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 26.700 x 1.309

= 34.96 ลบ.ม./วินาที > 34.64 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 34.96 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 34.64 ลบ.ม./วินาที และค่าความเร็วที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ค่าความเร็วสูงสุดของน้ำที่ยอมให้เกิดการกัดเซาะ V = 1.52 ลบ.ม./วินาที ชนิดดินเหนียวแข็ง จากตารางของ Fortier and Scobey 1973 ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 2.90 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม.

4.3 คำนวณหาขนาดของคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แบบคลองดาดคอนกรีต ในฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี

กำหนดให้

s = ส่วนลาดเทของท้องคลอง = 1: 5,000

s.s. = ส่วนลาดตลิ่งของคลอง 1: Z = 1: 1.5

b = ความกว้างของท้องคลอง (ม.)

d = ความลึกของน้ำในคลอง (ม.)

สมมุติให้

b = 4.10 ม.

d = 3.00 ม.

จาก A = (b + 2d) d

A = (4.10 + 1.5 x 3.00) x 3.00

= 25.800 ตร.ม

จาก $P = b + \sqrt{13} \times d$

$P = 4.10 + \sqrt{13} \times 3.00$

= 14.91665 ม.

จาก $R = \frac{A}{P}$

$R = \frac{25.800}{14.91665}$

= 1.730 ม.

$R^{2/3}$ = 1.441 ม.

คลองทั่วไปใช้ Manning's formula ค่าสัมประสิทธิ์ของแมนนิ่ง (n) ใช้ 0.015 สำหรับพื้นผิวที่เป็นคอนกรีต

แทนค่าจากสูตร $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$

$$V = \frac{1}{0.015} \times 1.441 \times \left(\frac{1}{5,000}\right)^{\frac{1}{2}}$$

V = 1.358 ม. /วินาที

จากสูตร $Q = AV$

Q = 25.800 x 1.358

= 35.04ลบ.ม./วินาที $>$ 34.64 ลบ.ม./วินาที

จากการคำนวณจะได้ Q = 35.04 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ Q = 34.64 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นใช้ความกว้างคลอง = 4.10 ม. ความลึกของน้ำ = 3.00 ม

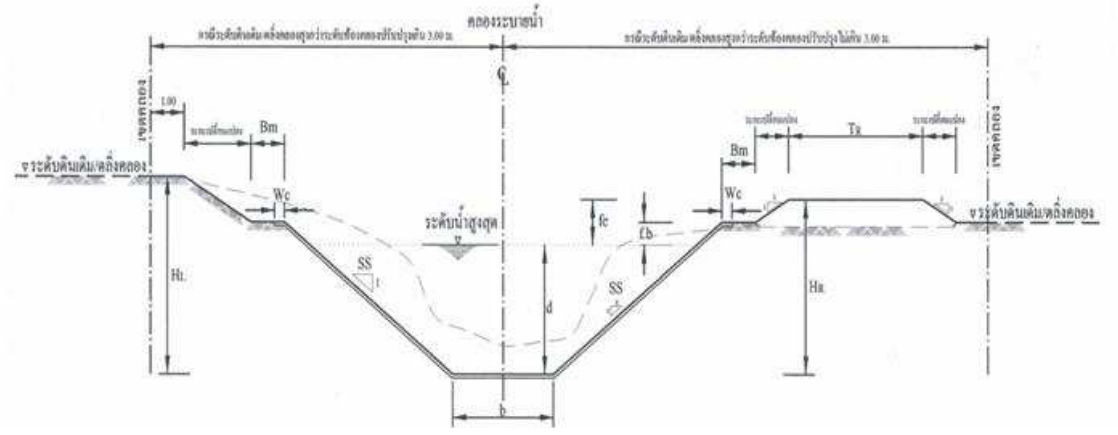
จากการศึกษาข้อมูลสภาพภูมิประเทศ สภาพอุทกวิทยา มาคำนวณหาปริมาณน้ำหลากสูงสุด ด้วยวิธี Rational Method โดยอ่านค่าจากกราฟ แสดงความเข้มของฝนของอำเภอเชียงคำที่อยู่ใกล้เคียง (IDF Curve) และหาหาปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยวิธี Manning's Formula ในฝนรอบ 5, 10, 20, 25 ปีเกิดซ้ำ ใช้ออกแบบขนาดคลองระบายน้ำ

คำนวณได้จากสมการ โดยกำหนดให้ คลองดินขุด A คลองหินเรียงยาแนว B คลองดาดคอนกรีต C ในฝนรอบ 5, 10, 20, 25 ปีเกิดซ้ำ ในข้อจำกัดด้านเขตคลองกว้าง 25.00 เมตร

ตาราง 4 แสดงการคำนวณออกแบบขนาดคลองระบายน้ำระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ

ฝนรอบปีการเกิดซ้ำ	Q Rational	Q Manning	v	b	d	TR	หมายเหตุ
A5	25.70	26.15	0.714	6.20	3.00	–	OK
B5	25.70	26.05	1.219	1.80	2.85	3.50	OK
C5	25.70	26.31	1.269	3.00	2.85	4.00	OK
A10	29.43	29.66	0.732	7.50	3.00	–	NO
B10	29.43	30.39	1.266	2.00	3.00	3.00	OK
C10	29.43	29.87	1.310	3.10	3.00	4.00	OK
A20	33.53	33.76	0.750	9.00	3.00	–	NO
B20	33.53	33.93	1.300	2.70	3.00	2.00	OK
C20	33.53	33.75	1.347	3.85	3.00	3.50	OK
A25	34.64	34.85	0.700	10.60	3.00	–	NO
B25	34.64	34.96	1.309	2.90	3.00	2.00	OK
C25	34.64	35.05	1.358	4.10	3.00	3.00	OK

หมายเหตุ: A คลองดินขุด B คลองหินเรียงยาแนว C คลองดาดคอนกรีต



ภาพ 6 แสดงรูปตัดตามขวาง ในการออกแบบคลองระบายน้ำระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน

ตาราง 5 แสดงความหนาของคอนกรีตดาด และความยาวของแผ่นคอนกรีต

ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)	ความหนาของแผ่นคอนกรีต(ซม.)	ความยาวของแผ่นคอนกรีต(ซม.)	ปีกข้างคลอง (ซม.)
< 1.00	6	3.00	15
1.00 – 2.50	6	3.00	20
2.50 – 5.00	7	3.00	20
5.00 – 15.00	7	3.50	30
15.00 – 40.00	8	4.50	30

ที่มา: กรมชลประทาน. (2547)

ตาราง 6 แสดงค่า Free Board ของคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต

ปริมาณน้ำ (ม.^{3}/วินาที)	Free Board ของขอบคอนกรีตดาด (ม.)	Free Board ของคันคลอง (ม.)
< 1.00	0.15	0.45
1.00 – 2.50	0.20	0.60
2.50 – 5.00	0.25	0.70
5.00 – 15.00	0.30	0.85
15.00 – 40.00	0.50	1.00

ที่มา: กรมชลประทาน. (2547)

การประมาณราคาก่อสร้าง

การประมาณราคาระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน ในขั้นตอนของการออกแบบคลองระบายน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าของทางเลือกที่จะทำการปรับปรุงคลองระบายน้ำทางเลือกต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบหาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งราคาในรูปแบบคลองระบายน้ำต่างๆ มาจากราคาค่าก่อสร้างจริงของทางราชการ โดยการนำมาจัดทำเป็นตารางค่าความสัมพันธ์ราคาต่อหน่วย ในระหว่างราคาค่าก่อสร้างกับรูปแบบการก่อสร้างต่าง ๆ

ในการประมาณค่าก่อสร้างเบื้องต้นระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง โดยการประมาณราคาตามเกณฑ์คำนวณราคากลางงานก่อสร้างชลประทาน แนวทาง วิธีปฏิบัติและรายละเอียด

ประกอบการการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ของกรมบัญชีกลาง และราคาจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ราคาเฉลี่ยวัสดุก่อสร้างของจังหวัดพะเยา เดือน ธันวาคม 2555 โดยคำนวณราคาต่อหน่วย ต่อเมตร เป็นต้น รายละเอียดในการดำเนินการมีดังนี้

1. การคำนวณหาปริมาณงาน

ในการคำนวณราคากลางหา ปริมาณงาน: หน่วย ดังนี้

1.1 งานขุดลอกด้วยรถขุด โดยการขุดขนย้าย และปรับเกลี่ยแต่งขึ้นรูปคันดิน คำนวณปริมาณงานค่าแรงลูกบาศก์เมตรตามความยาว หน่วยเป็น เมตร

1.2 งานหินเรียงยาแนว คำนวณปริมาณงานค่าวัสดุและค่าแรง เป็นลูกบาศก์เมตรตามความยาว หน่วยเป็น เมตร

1.3 งานดาดคอนกรีต คำนวณปริมาณงานค่าวัสดุและค่าแรง เป็นตารางเมตรเมตรตามความยาว หน่วยเป็น เมตร

2. การประมาณราคางานต่อหน่วย

ในการประมาณราคาต่อหน่วย: ใช้ราคาต่อหน่วยของค่าวัสดุและค่าแรงตามเกณฑ์คำนวณราคากลางงานก่อสร้างจากส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น ตามเกณฑ์คำนวณราคากลางงานก่อสร้างชลประทาน แนวทาง วิธีปฏิบัติและรายละเอียดประกอบการการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ของกรมบัญชีกลาง และราคาจากสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงพาณิชย์ โดยใช้ราคาเฉลี่ยวัสดุก่อสร้างของจังหวัด ราคาต่อหน่วย (บาท/เมตร)

3. ค่าเวนคืนที่ดินและชดเชยทรัพย์สิน

ในการคำนวณเนื้อที่จากการสำรวจแนวเขตคลองเบื้องต้น มีข้อจำกัดความกว้างของแนวเขตคลอง 25 เมตร หากกำหนดขยายความกว้างของเขตคลอง ต้องใช้งบประมาณค่าใช้จ่ายในการเวนคืนที่ดินสูง เนื่องจากพื้นที่ริมน้ำเป็น บ้านพักอาศัย ที่ดินโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (สถานีบ่มใบยาสูบ) ถนน และพื้นที่การเกษตร ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าราคาค่าก่อสร้าง ในการศึกษาได้ยึดแนวเขตคลองเดิมทั้งหมดเป็นหลักจึงไม่ได้ประมาณค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

4. ราคางานทั้งหมดต่อราคาหน่วย

การคำนวณราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดเป็นราคาหน่วยบาท: เมตร ซึ่งเป็นค่าก่อสร้างโดยตรงจากปริมาณงานและค่าแรงงาน ตามเกณฑ์คำนวณราคากลางของส่วนราชการ โดยรวมค่าดำเนินการ กำไร และภาษี (Factor F) เพื่อใช้ดำเนินการสอบราคาจ้างเหมาโครง

เป็นการออกแบบเบื้องต้นสำหรับทางเลือกระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขานในพื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม มาเป็นเกณฑ์ในการประมาณราคาต่อหน่วย เพื่อให้เข้าใจง่าย ต่อการศึกษาสำหรับทางเลือกแบบคลองระบายน้ำต่างๆ

ตาราง 7 แสดงการประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน

ลำดับ	โครงการ	ปริมาณงาน	หน่วย	ราคา/หน่วย	ค่าก่อสร้าง
1	**แบบคลองระบายน้ำ (รอบการเกิดซ้ำ 5 ปี)**				
	- คลองดินขุด	200	เมตร	903.00	180,600.00
	- คลองหินเรียงยาแนว	200	เมตร	9,134.00	1,826,800.00
	- คลองดาดคอนกรีต	200	เมตร	6,416.00	1,283,200.00
2	**แบบคลองระบายน้ำ (รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี)**				
	- คลองดินขุด	200	เมตร	1,026.00	205,200.00
	- คลองหินเรียงยาแนว	200	เมตร	9,559.00	1,911,800.00
	- คลองดาดคอนกรีต	200	เมตร	6,727.00	1,345,400.00
3	**แบบคลองระบายน้ำ (รอบการเกิดซ้ำ 20 ปี)**				
	- คลองดินขุด	200	เมตร	1,168.00	-
	- คลองหินเรียงยาแนว	200	เมตร	9,625.00	1,925,000.00
	- คลองดาดคอนกรีต	200	เมตร	7,085.00	1,417,000.00
4	**แบบคลองระบายน้ำ (รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี)**				
	- คลองดินขุด	200	เมตร	1,319.00	-
	- คลองหินเรียงยาแนว	200	เมตร	9,644.00	1,928,800.00
	- คลองดาดคอนกรีต	200	เมตร	7,205.00	1,441,000.00

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการพิจารณาด้านการลงทุนโครงการก่อสร้าง ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบจากต้นทุนโครงการ (Project Cost) ของระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง จากคลองแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นการประเมินมูลค่าโครงการสาธารณะ จากค่าการลงทุนตลอดระยะเวลา อายุของโครงการที่สามารถทำประโยชน์ให้ได้สูงสุดจากในรอบปีการเกิดซ้ำ เมื่อเทียบค่าผลตอบแทนด้านการลงทุนต่อปี จากตารางเทียบค่าเงินรวมอัตราดอกเบี้ยทบต้น (Compound Interest Factors) จากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 7% ต่อปี ตามประกาศกรมบัญชีกลาง

ตาราง 8 แสดง Compound Interest Factors อัตราดอกเบี้ย (i) 7%ต่อปี

n	F/P	P/F	A/F	F/A	A/P	P/A	A/G	P/G
1	1.0700	0.9346	1.00000	1.0000	1.07000	0.9346	0	0
2	1.1449	0.8734	0.48309	2.0700	0.55309	1.8080	0.4831	0.8734
5	1.4026	0.7130	0.17389	5.7507	**0.24389**	4.1002	1.8650	7.6467
8	1.7182	0.5820	0.09747	10.2598	0.16747	5.9713	3.1465	18.7889
9	1.8385	0.5439	0.08349	11.9780	0.15349	6.5152	3.5517	23.1404
10	1.9672	0.5083	0.07238	13.8164	**0.14238**	7.0236	3.9461	27.7156
11	2.1049	0.4751	0.06336	15.7836	0.13336	7.4989	4.3296	32.4665
12	2.2522	0.4440	0.05590	17.8885	0.12590	7.9427	4.7025	37.3506
13	2.4098	0.4150	0.04965	20.1406	0.11965	8.3577	5.0648	42.3302
14	2.5785	0.3878	0.04434	22.5505	0.11434	8.7455	5.4167	47.3718
15	2.7590	0.3624	0.03979	25.1290	0.10979	9.1079	5.7583	52.4461
16	2.9522	0.3387	0.03586	27.8881	0.10586	9.4466	6.0897	57.5271
17	3.1588	0.3166	0.03243	30.8402	0.10243	9.7632	6.4110	62.5923
18	3.3799	0.2959	0.02941	33.9990	0.09941	10.0591	6.7225	67.6219
19	3.6165	0.2765	0.02675	37.3790	0.09675	10.3356	7.0242	72.5991
20	3.8697	0.2584	0.02439	40.9955	**0.09439**	10.5940	7.3163	77.5091
21	4.1406	0.2415	0.02229	44.8652	0.09229	10.8355	7.5990	82.3393
22	4.4304	0.2257	0.02041	49.0057	0.09041	11.0612	7.8725	87.0793
23	4.7405	0.2109	0.01871	53.4361	0.08871	11.2722	8.1369	91.7201
24	5.0724	0.1971	0.01719	58.1767	0.08719	11.4693	8.3923	96.2545
25	5.4274	0.1842	0.01581	63.2490	**0.08581**	11.6536	8.6391	100.6765

1. **การเทียบมูลค่าการลงทุนก่อสร้าง**

1.1 ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างแบบคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี จากตาราง 4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน มีดังนี้

1.1.1 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดินขุด 180,600.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 5 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 180,600 x (A/P, 7%, 5)

= 180,600 x 0.24389

= 44,046.53 บาท / ปี

1.1.2 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองหินเรียงยาแนว 1,826,800 บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 5 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,826,800 x (A/P, 7%, 5)

= 1,826,800 x 0.24389

= 445,538.25 บาท / ปี

1.1.3 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดาดคอนกรีต 1,283,200.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 5 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,283,200 x (A/P, 7%, 5)

= 1,283,200 x 0.24389

= 312,959.65 บาท / ปี

1.2 ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างแบบคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี จากตาราง 4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน มีดังนี้

1.2.1 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดินขุด205,200.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 10 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 205,200 x (A/P, 7%, 10)

= 205,200 x 0.14238

= 29,216.38 บาท / ปี

1.2.2 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองหินเรียงยาแนว 1,911,800.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 10 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,911,800 x (A/P, 7%, 10)

= 1,911,800 x 0.14238

= 272,202.08 บาท / ปี

1.2.3 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดาดคอนกรีต 1,345,400.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 10 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,345,400 x (A/P, 7%, 10)

= 1,345,400 x 0.14238

= 191,558.05 บาท / ปี

1.3 ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างแบบคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 20 ปี จากตารางที่ 4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน มีดังนี้

1.3.1 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองหินเรียงยาแนว 1,925,000.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 20 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,925,000 x (A/P, 7%, 20)

= 1,925,000 x 0.09439

= 181,700.75 บาท / ปี

1.3.2 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดาดคอนกรีต 1,417,000.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 20 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,417,000 x (A/P, 7%, 20)

= 1,417,000 x 0.09439

= 133,750.63 บาท / ปี

1.4 ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างแบบคลองระบายน้ำ ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี จากตารางที่ 4 การประมาณราคาค่าก่อสร้างระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน มีดังนี้

1.4.1 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองหินเรียงยาแนว 1,928,800.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 25 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,928,800 x (A/P, 7%, 25)

= 1,928,800 x 0.08581

= 165,510.33 บาท / ปี

1.4.2 งบประมาณก่อสร้างคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบคลองดาดคอนกรีต 1,441,000.- บาท โดยเทียบต้นทุนต่อปี ในอัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 7% ต่อปี อายุการออกแบบคลอง 25 ปี จากตาราง Compound Interest Factors

มูลค่าต้นทุนต่อปี = 1,441,000 x (A/P, 7%, 25)

= = 1,441,000 x 0.08581

= 123,652.21 บาท / ปี

บทที่ 5

บทสรุป

วัตถุประสงค์ของการจัดทำการออกแบบระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน พื้นที่ชุมชน ในเขตเทศบาลตำบลงิม จังหวัดพะเยา การศึกษาความเหมาะสม และการออกแบบคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและบรรเทาความเดือดร้อน ในเขตพื้นที่ชุมชนเทศบาล จากการศึกษาความเหมาะสม เพื่อให้สามารถป้องกันการกัดเซาะได้คาบความถี่การเกิดซ้ำ 25 – 100 ปี หรือที่ระดับน้ำสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นในอดีต สามารถระบายน้ำฝนที่เกิดซ้ำ ตั้งแต่ 5 ปีไปจนถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต 25 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น และความเป็นไปได้ทางด้านวิศวกรรมมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

สำหรับแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน พื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลงิม จังหวัดพะเยา โดยขอเสนอแนวทางเลือกในการตัดสินใจแก้ไขปัญหา 3 ทางเลือก ในการออกแบบและประมาณราคาเบื้องต้นแบบคลองระบายน้ำป้องกันการกัดเซาะ ซึ่งได้แก่ แบบคลองดินขุด A แบบคลองหินเรียงยาแนว B และแบบคลองดาดคอนกรีต C ที่ในฝนรอบ 5, 10, 20, 25 ปีการเกิดซ้ำ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยใช้หลักเกณฑ์การออกแบบด้านวิศวกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับมูลค่าต้นทุนโครงการ อายุของโครงการที่ออกแบบในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ โดยเทียบมูลค่าก่อสร้างต้นทุนบาทต่อปี โดยเทียบมูลค่าโครงการในอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 7% ซึ่งการออกแบบคลองระบายน้ำระบบป้องกันการกัดเซาะทั้ง 3 ทางเลือก มีค่าบำรุงรักษารายปีที่เกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน สภาพความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น กับโครงการก่อสร้างในพื้นที่ท้องถิ่นนั้น โดยการคิดตามความเหมาะสม สำหรับงานคลองดินขุดคิดค่าบำรุงรักษารายปี 10% ของมูลค่าการก่อสร้าง งานคลองหินเรียงยาแนวและคลองดาดคอนกรีต คิดค่าบำรุงรักษารายปี 1% ของมูลค่าการก่อสร้าง

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าต้นทุนต่อปี ในการออกแบบป้องกันน้ำกัดเซาะตลิ่งลำน้ำขาน ในพื้นที่เขตเทศบาลตำบลงิม

ฝนรอบปีการเกิดซ้ำ	มูลค่าก่อสร้าง (บาท)	มูลค่าต้นทุน (บาท/ปี)	ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	งบประมาณ (บาท/ปี)
คลอง A (5 ปี)	180,600.00	44,050.00	18,000.00	62,050.00
คลอง B (5 ปี)	1,826,800.00	445,540.00	18,200.00	463,740.00
คลอง C (5 ปี)	1,283,200.00	312,960.00	12,800.00	325,760.00
คลอง A (10 ปี)	–	–	–	–
คลอง B (10 ปี)	1,911,800.00	272,200.00	19,100.00	291,300.00
คลอง C (10 ปี)	1,345,400.00	191,560.00	13,400.00	204,960.00
คลอง A (20 ปี)	–	–	–	–
คลอง B (20 ปี)	1,925,000.00	181,700.00	19,200.00	200,900.00
คลอง C (20 ปี)	1,417,000.00	133,750.00	14,100.00	147,850.00
คลอง A (25 ปี)	–	–	–	–
คลอง B (25 ปี)	1,928,800.00	165,510.00	19,200.00	184,710.00
คลอง C (25 ปี)	1,441,000.00	123,650.00	14,400.00	138,050.00

หมายเหตุ: A คลองดินขุด B คลองหินเรียงยาแนว C คลองดาดคอนกรีต

จากการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนออกแบบระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งน้ำขาน พื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลตำบลงิม จังหวัดพะเยา ในทางเลือกที่เหมาะสมโดยจะพิจารณาประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี อายุการใช้งานที่ยาวนาน และราคาต่ำสุดถือว่าเป็นค่าการลงทุนที่คุ้มค่าที่สุด ซึ่งมีดังนี้

1. แบบคลองดินขุด เมื่อเทียบมูลค่าการลงทุนต่อปีน้อยที่สุด ในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี มีค่าบำรุงรักษารายปีสูงกว่าโครงการอื่น และไม่สามารถรับน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปีได้ เนื่องจากเขตคลองไม่สามารถที่จะขยายพื้นที่ปากคลองรับน้ำได้ เนื่องจากเขตคลองจำกัด อีกทั้งแบบคลองดินขุด รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี ระยะความกว้างปากคลองห่างจากเขตคลองเพียง 0.50 ม. หากจะดำเนินการ เทศบาลต้องทำประชาคมร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และทำความเข้าใจ ไกล่เกลี่ยเจ้าของพื้นที่ชิดเขตคลอง ซึ่งอาจจะต้องมีค่าเวนคืนที่ดินและทรัพย์สินของเจ้าของที่ดินข้างเคียงด้วย ซึ่งจะต้องมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าทางเลือกอื่น

2. แบบคลองหินเรียงยาแนว เมื่อเทียบมูลค่าการลงทุนต่อปีมากที่สุด เมื่อเทียบกับคลองแบบอื่น แบบคลองหินเรียงยาแนวในฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี ค่าต้นทุนต่ำกว่าคลองหินเรียงยาแนวในรอบปีอื่น สามารถรับน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี คันคลองสามารถทำถนนเพื่อการสัญจรได้

3. แบบคลองดาดคอนกรีต เมื่อเทียบมูลค่าการลงทุนต่อปีน้อยที่สุด รองลงมาจากคลองดินขุด คลองดาดคอนกรีต ในรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี น่าตัดสินใจในการลงทุน เมื่อเทียบกับคลองหินเรียงยาแนว สามารถรับน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี คันคลองสามารถทำถนนเพื่อการสัญจรได้ และมีความสะดวกในการบำรุงรักษา

ข้อเสนอแนะ

ในทางการแก้ไขปัญหาจากการกัดเซาะตลิ่งน้ำขานนั้น ในการระบายน้ำที่จะให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ไม่สามารถทำให้สำเร็จได้จากสิ่งก่อสร้างในการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งเพียงอย่างเดียว ควรใช้มาตรการในการป้องกัน ด้วยการบริหารจัดการน้ำ ระบบระบายน้ำและแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ หรือบริเวณใกล้เคียง เช่น อ่างเก็บน้ำ อาคารบังคับน้ำของกรมชลประทาน และระบบส่งน้ำด้วยเหมือง ฝายต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ชุมชน เพื่อลดความเร็วในการไหลของน้ำปริมาณที่เกิดขึ้น โดยการประชาสัมพันธ์ให้ราษฎรในท้องถิ่นได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา แบบบูรณการที่ยั่งยืน และเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). **เกณฑ์กำหนดสำหรับการออกแบบ ก่อสร้าง และการบำรุงรักษาอาคารประกอบในโครงสร้างพื้นฐานซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำ หรือที่มีผลกระทบต่อการระบายน้ำ**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. (2551). **โครงการศึกษาวางแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสมและการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนจังหวัดพะเยา**. กรุงเทพ: วิทยาลัยเซนต์จอห์น.

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. (2550). **ระบบระบายน้ำ.** สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2555, จาก http://www.dpt.go.th/km_flood/km_2550/3-2.pdf

กลุ่มงานสารสนเทศและทรัพยากรน้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. (2553). **คู่มือ การประเมินค่าปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยวิธี Manning's Formula.** สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2555, จาก http://www.baanjomyut.com/library_2/utilization_of_waste/09.html

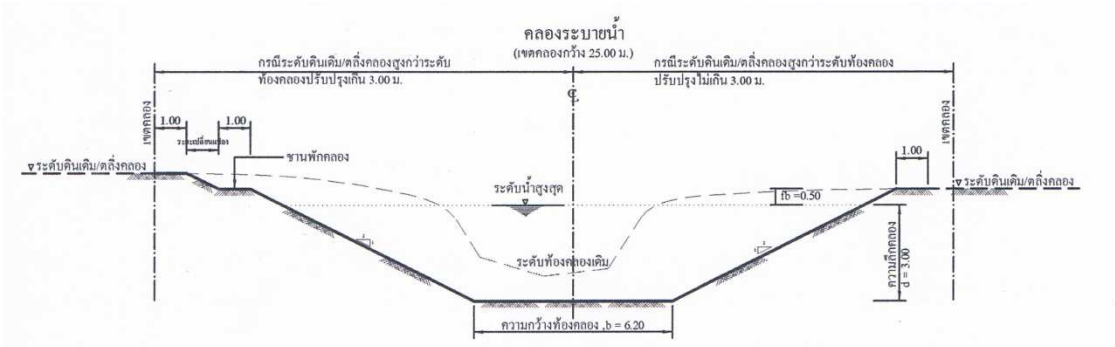
กรมชลประทาน กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). **คู่มือการใช้แบบมาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ.** กรุงเทพ: วิทยาลัยเซนต์จอห์น.

กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ส่วนเทคโนโลยีและมาตรฐาน สำนักพัฒนาแหล่งน้ำ. (2550). **คู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ.** กรุงเทพ: วิทยาลัยเซนต์จอห์น.

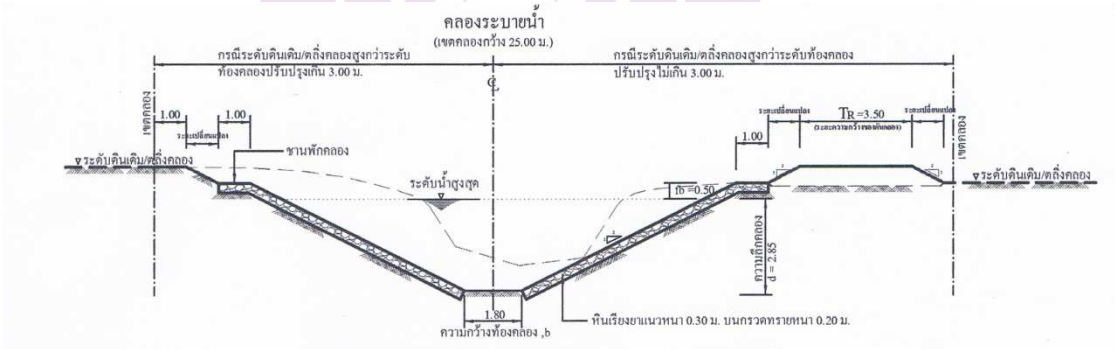
Fortier and Scobey. (1973). **Design of Low- head Hydraulic Structure.** New York

ภาคผนวก

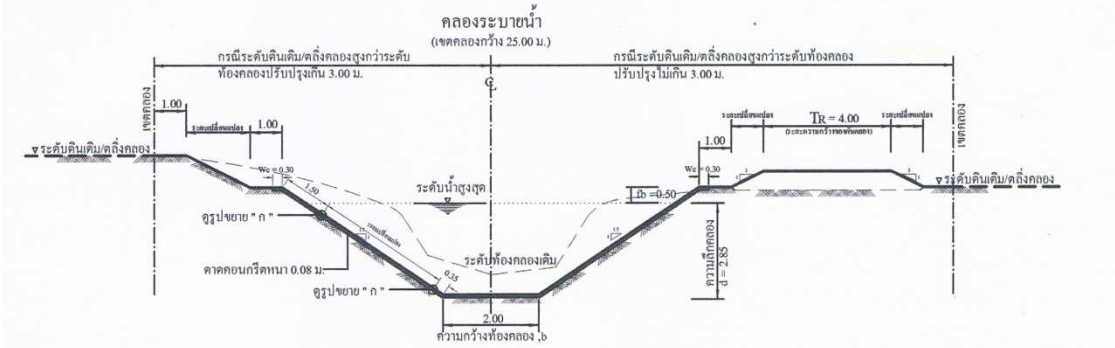
ภาคผนวก ก



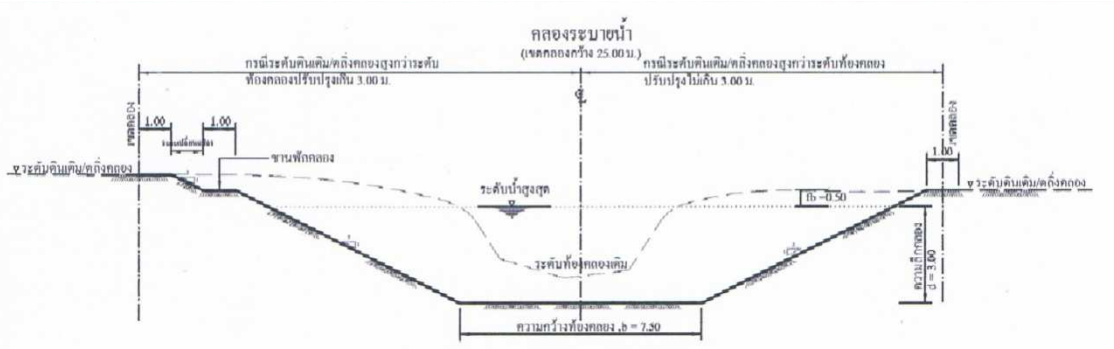
ภาพ 7 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี



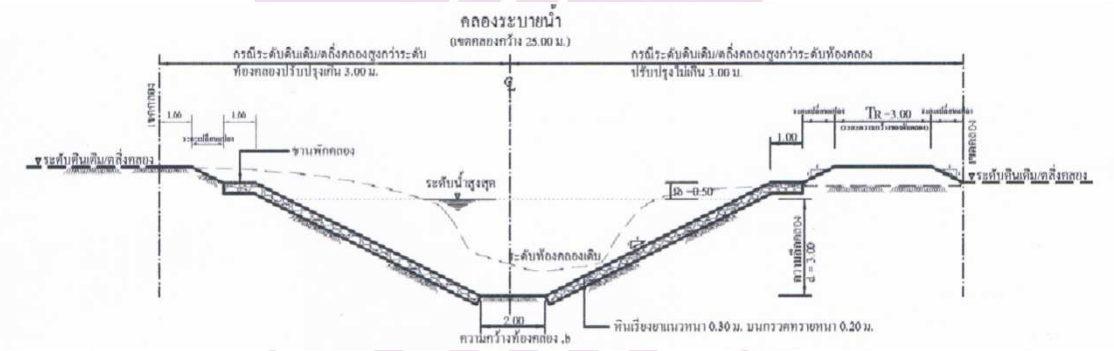
ภาพ 8 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี



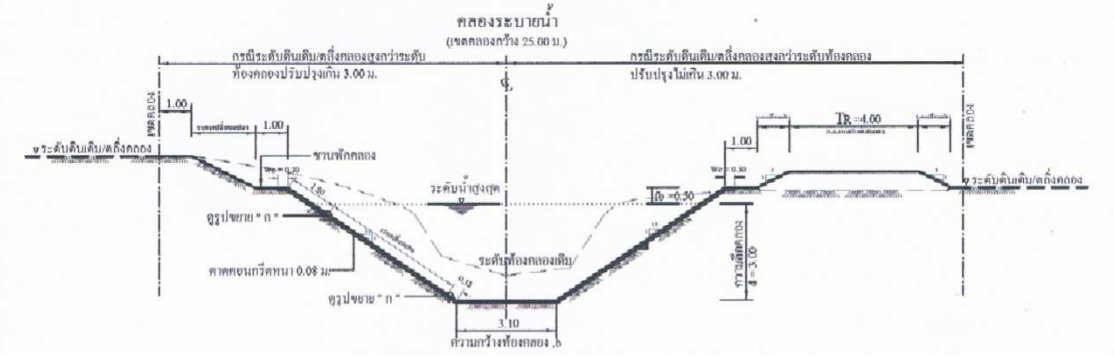
ภาพ 9 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 5 ปี



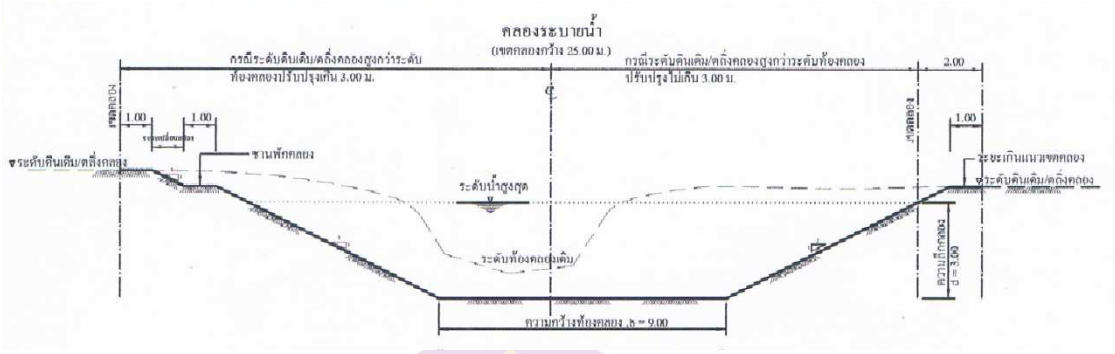
ภาพ 10 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี



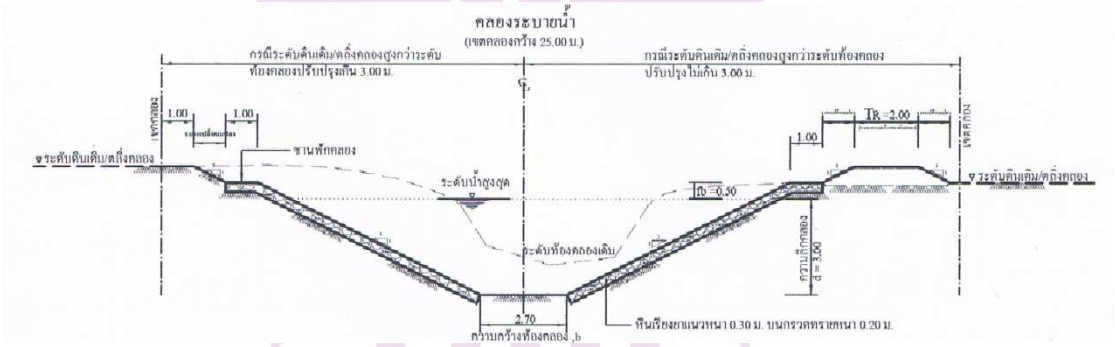
ภาพ 11 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี



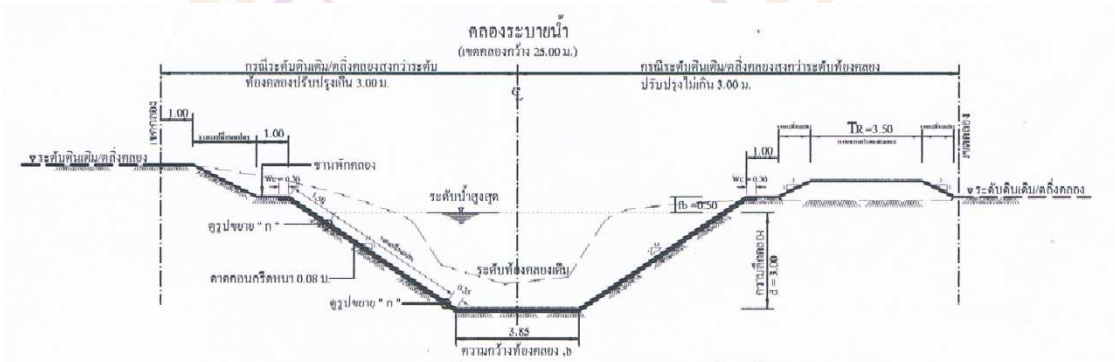
ภาพ 12 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 10 ปี



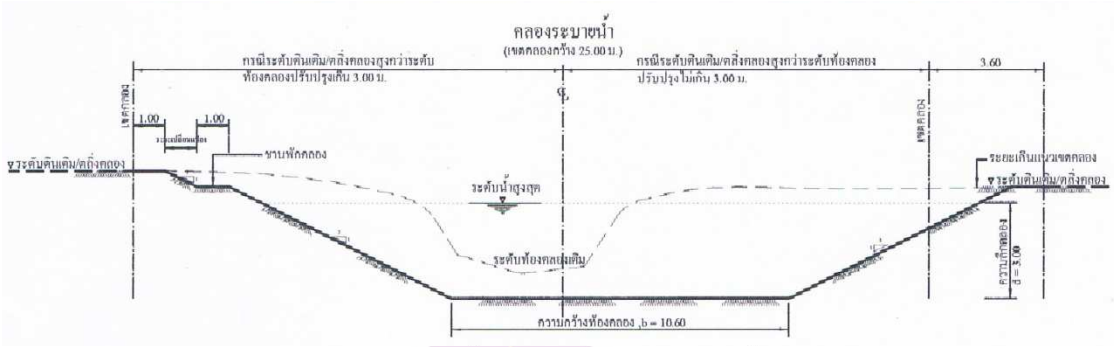
ภาพ 13 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี



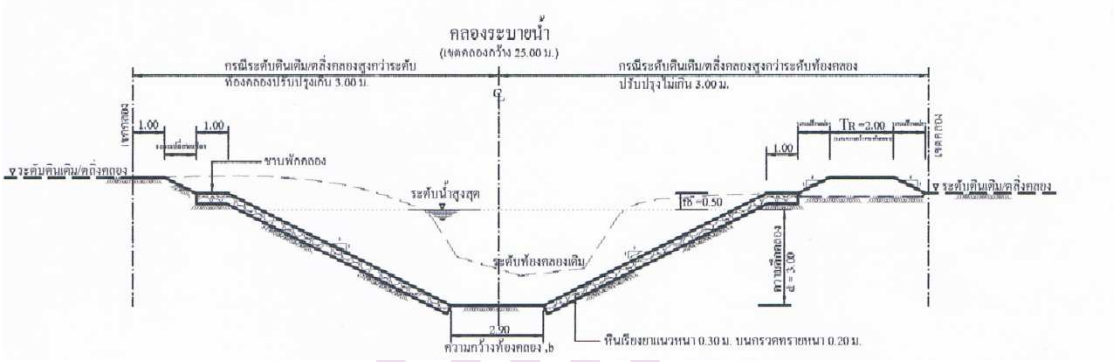
ภาพ 14 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี



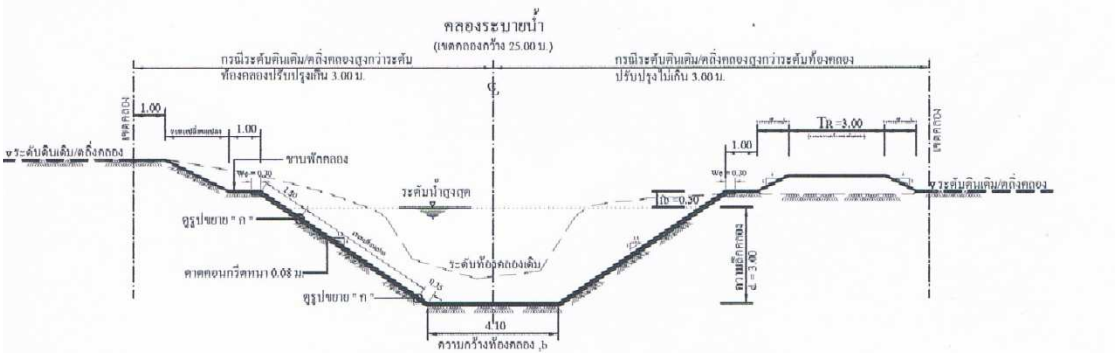
ภาพ 15 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 20 ปี



ภาพ 16 แสดงคลองระบายน้ำแบบดินขุดลอก ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี



ภาพ 17 แสดงคลองระบายน้ำแบบหินเรียงยาแนว ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี



ภาพ 18 แสดงคลองระบายน้ำแบบดาดคอนกรีต ในฝนรอบปีที่เกิดซ้ำ 25 ปี

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ชื่อ นามสกุล	กิตติกร โลราช
วัน เดือน ปี เกิด	6 พฤศจิกายน 2524
ที่อยู่ปัจจุบัน	107/5 หมู่ที่ 18 ตำบลงิม อำเภอปง จังหวัดพะเยา 56140
ที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเทศบาลตำบลงิม อำเภอปง จังหวัดพะเยา 56140
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นายช่างโยธา 4
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	บธ.บ. (การจัดการงานก่อสร้าง) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช