



เอกสารวิชาการ

(โครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรม
ด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ)

ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

จัดทำโดย

นายภูวนัย กิตติสุวรรณกุล ตำแหน่ง วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ

กลุ่มมาตรฐานการสำรวจออกแบบงานพัฒนาที่ดินด้านวิศวกรรม

สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน

บทสรุปผู้บริหาร

บทที่ ๑ บทนำ	๑
๑.๑ หลักการและเหตุผล	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์	๒
๑.๓ ขั้นตอนดำเนินงาน	๒
๑.๔ สถานที่ดำเนินงาน	๒
๑.๕ ระยะเวลาดำเนินการ	๒
๑.๖ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๒
๑.๗ ผู้รับผิดชอบ	๓
บทที่ ๒ สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำ	๔
๒.๑ ที่ตั้งและอาณาเขต	๔
๒.๒ สภาพภูมิประเทศ	๔
๒.๓ สภาพภูมิอากาศ	๖
๒.๔ สภาพเศรษฐกิจและสังคม	๘
๒.๕ ทรัพยากรดิน	๙
๒.๖ สภาพการใช้ที่ดิน	๑๒
๒.๗ แผนที่ชลประทาน	๑๔
๒.๘ ทรัพยากรป่าไม้	๑๗

บทที่ ๓ การวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา และชลศาสตร์	๒๑
๓.๑ ศักยภาพปริมาณน้ำท่า	๒๑
๓.๒ การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องระบาย	๒๑
๓.๓ The hydraulic of overland flow on hill slope	๒๕
๓.๔ การกำหนดค่าชลภาวะ	๒๙
๓.๕ การคำนวณความต้องการน้ำ	๓๒
๓.๖ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวางแผนออกแบบคลองระบายน้ำ	๓๕
๓.๗ พื้นที่คาดการณ์	๓๘
๓.๘ แผนงานและขอบเขตงานออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้านวิศวกรรม เพื่อการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและพื้นที่พื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบ อนุรักษ์ดินและน้ำ	๓๙
๓.๙ รูปแบบของคันดิน	๔๑
๓.๑๐ มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทางวิศวกรรมที่ใช้ในปัจจุบันของกรมพัฒนา ที่ดิน	๔๓
๓.๑๑ การออกแบบป้องกันฝายน้ำล้น	๔๙
๓.๑๒ การออกแบบชุดลอกอ่างเก็บน้ำ	๖๐
๓.๑๓ หลักเกณฑ์ในการกำหนดองค์ประกอบของสิ่งก่อสร้างในโครงการ	๖๐
๓.๑๔ หลักการด้านเศรษฐศาสตร์	๖๑
บทที่ ๔ ผลการวิเคราะห์ขอบเขตงานออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้านวิศวกรรม	๖๔
๔.๑ การวิเคราะห์ทางด้านชลศาสตร์	๖๔
๔.๒ การวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	๗๕
บทที่ ๕ สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะแบบผังรวมโครงการป้องกันการชะล้าง พังทลายของดินและพื้นที่พื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	๗๘

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ ๑ สถิติภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ๒๕๓๓-๒๕๖๔	๗
ตารางที่ ๒ สมบัติดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๐
ตารางที่ ๓ สภาพการใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๓
ตารางที่ ๔ แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลแหล่งน้ำผิวดิน	๒๒
ตารางที่ ๕ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (manning's n)	๒๗
ตารางที่ ๖ การแปลงหน่วยความต้องการน้ำ	๓๓
ตารางที่ ๗ ความต้องการน้ำ	๓๓
ตารางที่ ๘ อายุ และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	๓๔
ตารางที่ ๙ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's n) สำหรับชนิดของพื้นที่ผิวทางน้ำชนิดต่างๆ	๓๖
ตารางที่ ๑๐ ราคางานระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี ๒๕๖๑	๔๓
ตารางที่ ๑๑ ความลาดชันต่อชนิดคันดิน	๔๗
ตารางที่ ๑๒ ความลาดชันและมาตรการวิธีกล	๔๗
ตารางที่ ๑๓ แสดงการจำแนกกลุ่มดิน	๕๒
ตารางที่ ๑๔ อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินชนิดต่างๆ	๕๒
ตารางที่ ๑๕ แสดงความเหมาะสมของดินในการใช้งานด้านวิศวกรรม	๕๓
ตารางที่ ๑๖ ลาดด้านข้างของคลองที่เหมาะสมเปลี่ยนไปตามชนิดของดิน	๕๓
ตารางที่ ๑๗ อัตราส่วน Weighted – Creep สำหรับดินฐานรากชนิดต่างๆ	๕๙
ตารางที่ ๑๘ ลาดด้านข้างของที่เหมาะสมเปลี่ยนไปตามชนิดของดิน	๖๑
ตารางที่ ๑๙ งบประมาณราคาโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	๗๗

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ ๑	เส้นแสดงภูมิประเทศตามความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๔
ภาพที่ ๒	ความลาดชัน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๕
ภาพที่ ๓	เส้นชั้นน้ำฝน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๖
ภาพที่ ๔	ภาพสมมูลน้ำเพื่อการเกษตร จังหวัดสุพรรณบุรี	๘
ภาพที่ ๕	ทรัพยากรดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๑
ภาพที่ ๖	การใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๕
ภาพที่ ๗	แผนที่ชะล้าง ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๖
ภาพที่ ๘	แผนที่ป่าไม้ตามกฎหมาย ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๘
ภาพที่ ๙	แผนที่การใช้ประโยชน์ทรัพยากรและที่ดินป่าไม้ ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๑๙
ภาพที่ ๑๐	แผนที่คุณภาพลุ่มน้ำ ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๒๐
ภาพที่ ๑๑	IDF curve ของอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี	๒๓
ภาพที่ ๑๒	แสดงตัวอย่างพื้นที่ออกแบบ	๒๔
ภาพที่ ๑๓	ลักษณะการไหลบนพื้นที่ลาดชัน	๒๕
ภาพที่ ๑๔	แสดงหน้าตัดการไหล	๒๖
ภาพที่ ๑๕	แสดงหน้าตัดการไหล	๒๖
ภาพที่ ๑๖	แสดงตัวอย่างของพื้นที่ออกแบบ	๒๘
ภาพที่ ๑๗	พื้นที่คาดการณ์คลองขมิ้นตอนบนสำหรับออกแบบงาน	๓๘
ภาพที่ ๑๘	แสดงตัวอย่างออกแบบคันดิน	๔๒
ภาพที่ ๑๙	แสดงตัวอย่างออกแบบคันดิน	๔๓
ภาพที่ ๒๐	คันดินเบนน้ำ	๔๕
ภาพที่ ๒๑	คันดินเก็บกักน้ำ	๔๕
ภาพที่ ๒๒	คันดินฐานกว้าง	๔๕
ภาพที่ ๒๓	คันดินฐานแคบ	๔๖
ภาพที่ ๒๔	คันดินคูรับน้ำรอบเขา	๔๖
ภาพที่ ๒๕	คันดินคูรับน้ำรอบเขา	๔๖
ภาพที่ ๒๖	การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๑	๔๘

ภาพที่ ๒๗ การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๒	๔๘
ภาพที่ ๒๘ การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๓	๔๙
ภาพที่ ๒๙ ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบฝาย	๕๔
ภาพที่ ๓๐ การคำนวณค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดโดย วิธี Rationa	๕๕
ภาพที่ ๓๑ การคำนวณค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดโดยวิธี Manning's Formula	๕๖
ภาพที่ ๓๒ การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดโดย วิธี SCS	๕๗
ภาพที่ ๓๓ ขั้นตอนการคำนวณเพื่อการออกแบบฝายน้ำล้น	๕๘
ภาพที่ ๓๔ สระขนาด ๑,๖๐๐ ลูกบาศก์เมตร (บ่อตักตะกอน)	๖๕
ภาพที่ ๓๕ ขุดลอกคลองขมิ้นระยะ ๕,๒๐๐ เมตร และแนวกันตลิ่ง ๖๙๐ เมตร	๗๒
ภาพที่ ๓๖ จุดคาดการณ์การวางอาคารชลประทาน	๗๕
ภาพที่ ๓๗ พื้นที่ลุ่มน้ำเป้าหมายในแผนปฏิบัติการเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่คลองขมิ้น ลุ่มน้ำสาขาลองกระเสียว จังหวัดพิจิตรบุรี	๗๘
ภาพที่ ๓๘ ตัวอย่างฝายตักตะกอน เพื่อลดการพัดพาดินทางน้ำ	๗๙
ภาพที่ ๓๙ ตัวอย่างบ่อตักตะกอน เพื่อลดการพัดพาดินทางน้ำ	๘๐
ภาพที่ ๔๐ ตัวอย่างแกเบียนเพื่อกันป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง	๘๑
ภาพที่ ๔๑ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง	๘๒
ภาพที่ ๔๒ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง	๘๒
ภาพที่ ๔๓ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง	๘๓
ภาพที่ ๔๔ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง	๘๓

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่โครงการ ๑๙,๖๘๘ ไร่ ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยกระเสียว ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรีมีภูมิประเทศส่วนใหญ่ และมีพื้นที่การเกษตรอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน ในโครงการคลองขมิ้นตอนต้น พื้นที่ส่วนใหญ่มีความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในระดับปานกลาง-รุนแรง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด และพื้นที่เลี้ยงสัตว์

เมื่อพิจารณาถึงการประเมินการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่จะมีระดับอยู่ที่ปานกลาง-รุนแรง ก็ไม่ควรเพิกเฉยต่อการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และหากมีการละเลยหรือมีการจัดการที่ไม่เหมาะสม ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรที่รุนแรงขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียดิน ปริมาณและคุณภาพผลผลิต และส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย จนส่งผลให้เกษตรกรในพื้นที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้น สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน จึงทำการศึกษาวางมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยมีข้อเสนอแนะจากการวิเคราะห์พื้นที่ออกแบบแผนที่ภาพถ่ายและข้อมูลการลงพื้นที่สำรวจเบื้องต้นมีรายละเอียด ดังนี้

ลักษณะพื้นที่สำรวจเบื้องต้นมีความลาดชันส่วนใหญ่เป็น พื้นที่ลาดชันสูงมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่ลาดชันเล็กน้อยมีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ ลักษณะที่ดิน Don-fl-sla ชุดดินดงยางเอนที่เป็นดินร่วนละเอียด มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๖,๓๖๓ ไร่ หรือร้อยละ ๕.๙๕ ของเนื้อที่ตำบล โดยจากข้อมูลดินข้างต้น สามารถออกแบบความลาดชันของคันคลองโดยใช้อัตราส่วน ๑:๒และความลาดชันของท้องคลองเฉลี่ยที่ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ ประมาณ ๑,๖๐๐,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตร ต่อปี สามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีและพื้นที่รับน้ำที่ได้ เท่ากับ ๘.๐๑ ล้าน ลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่าคลองขมิ้น มีพื้นที่การรับน้ำที่มากส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินจึงมีความเหมาะสมที่จะทำการศึกษาเพื่อดำเนินการโครงการป้องกันการชะล้างการต่อไป

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยมีพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศ จำนวน ๑๐๘ ล้านไร่ เป็นพื้นที่ชลประทานจำนวน ๔๐ ล้านไร่ (ฐานข้อมูลปี พ.ศ. ๒๕๔๕) กรมพัฒนาที่ดินจึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรม ด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ระยะ ๒๐ ปี โดยมีเป้าหมายและตัวชี้วัดคือ พื้นที่ได้รับการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินไม่น้อยกว่า ๒๐ ล้านไร่ ภายใน ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๒๕๘๐) หรือประมาณ ๑ ล้านไร่/ปี ซึ่งดำเนินการสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑ - ๒๕๘๐) แผนการบริหารจัดการโครงการฯ นี้ มีเป้าหมายพื้นที่ดำเนินการ จำนวน ๑๐ แห่ง (๑๐,๐๐๐ ไร่/แห่ง) มีการออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน พร้อมแบบก่อสร้างและการประเมินราคา ในปี ๒๕๖๔ ไม่น้อยกว่า ๑๐๐,๐๐๐ ไร่ ทั้งนี้ การดำเนินงานในพื้นที่กรมพัฒนาที่ดินได้จัดทำแผนงานงบประมาณ เพื่อจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตามแบบและพื้นที่เป้าหมายดำเนินการ ในปี ๒๕๖๕ โดยมีเป้าหมายไม่น้อยกว่า ๑๐๐,๐๐๐ ไร่/ปี ติดตามและประเมินผลโครงการฯ ในการลดการชะล้างพังทลายของดิน โดยวัดการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังได้รับการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งในพื้นที่จัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และนอกเขตจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินการออกแบบผังรวมโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑ เป็นไปตามกรอบการทำงาน และบรรลุตามเป้าหมายการดำเนินโครงการฯ ของกรมพัฒนาที่ดิน คณะทำงานขับเคลื่อนโครงการฯ ระดับพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑ และสำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน จึงได้กำหนดพื้นที่เป้าหมายสำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติงานโครงการฯ คือ ลุ่มน้ำสาขาห้วยกระเสียว (๑๓๐๒) จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจะต้องออกแบบผังรวมในโครงการฯ เป็นการออกแบบแนวคิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการปรับปรุงระบบนิเวศของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยการจัดการเชิงลุ่มน้ำในแนวทางการพัฒนาด้านการจัดการน้ำเพื่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งจะส่งผลทั้งการรักษาหน้าดินในพื้นที่เพาะปลูก และการพัฒนาของตะกอนจากพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินที่ ไปตกตะกอนทับถมทำให้แหล่งน้ำต่างๆตื้นเขิน ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ด้านที่ ๕ การอนุรักษ์ฟื้นฟูป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม และป้องกันการพังทลายของดิน และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (๓) ประเด็นการเกษตร แผนย่อยการพัฒนากระบวนการนิเวศเกษตร ตามแนวทางพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพและการจัดการฐานทรัพยากรทางการเกษตร อนุรักษ์และรักษาฐานทรัพยากรทางการเกษตรที่สำคัญ เพื่อสนับสนุนการสร้างมูลค่าและความมั่นคงอาหาร อาทิ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ให้มีความอุดมสมบูรณ์ การคุ้มครองที่ดินทางการเกษตร การจัดการน้ำเพื่อการเกษตรและชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลทรัพยากรทางการเกษตร เพื่อนำมาวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับข้อมูลสารสนเทศทางการเกษตร และนำไปสู่การบริหารจัดการพื้นที่เกษตรกรรมอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุก

สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดินจึงได้ดำเนินการ ออกแบบโครงสร้างพื้นฐานด้านอนุรักษ์ดินและน้ำทางด้านวิศวกรรมในงานโครงการโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งในการดำเนินการออกแบบนั้นจะมี ๒ ระยะ คือ

๑. การออกแบบผังรวม เป็นการออกแบบแนวคิด (conceptual design) วางแบบโครงสร้าง (Lay out) ของโครงสร้างพื้นฐาน ว่ามาตรการด้านอนุรักษ์ดินและน้ำได้อยู่ที่ไหน สำหรับการแก้ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ดำเนินการ

๒. การออกแบบก่อสร้าง (structural design) คือการออกแบบโครงสร้าง และรายละเอียดอื่นที่เกี่ยวข้อง

๑.๒ วัตถุประสงค์

๑.๒.๑ เพื่อศึกษาและประเมินสถานภาพทรัพยากรดินเชิงระบบสำหรับการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและพื้นที่ชุ่มน้ำที่เกษตรกรรม

๑.๒.๒ เพื่อออกแบบผังรวมโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแลพื้นที่ชุ่มน้ำที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

๑.๒.๓ เพื่อเป็นแนวทางหรือกระบวนการการตัดสินใจในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำด้านวิศวกรรม รวมถึงมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั้งวิธีพืชและวิธีกล

๑.๓ ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑. แบ่งกลุ่มพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อร่วมในการพิจารณาการคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการ

๒. ร่วมในกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนรับทราบการจัดลำดับของแผนปฏิบัติการของพื้นที่เพื่อนำมาสู่การศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น

๓. รวบรวมข้อมูลที่เป็นจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมเอกสารและงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง ฐานข้อมูลด้านทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ สภาพภูมิประเทศ สภาพการใช้ที่ดิน เศรษฐกิจและสังคม แผนการใช้ที่ดิน และข้อมูลการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เกี่ยวข้อง

๔. สำรวจทางกายภาพเพื่อประเมินขีดความสามารถของระบบโครงสร้างพื้นฐานด้านอนุรักษ์ดิน

๕. วิเคราะห์สภาพทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่มีผลต่อพื้นที่

๖. ออกแบบเบื้องต้นร่างแบบแนวคิด(conceptual plan)

๗. นำร่างแบบแนวคิดเข้าร่วมกระบวนการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน

๘. ปรับปรุงแบบแนวคิด

๙. จัดทำเล่มรายงานการศึกษาแผนปฏิบัติการของพื้นที่และแบบแนวคิด

๑.๔ สถานที่ดำเนินงาน

คลองขมิ้น พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาคลองกระเสียว อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

๑.๕ ระยะเวลาดำเนินการ

ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗-๒๕๖๘

๑.๖ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ได้แปลนผังรวมโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแลพื้นที่ชุ่มน้ำที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

๒. เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินและพื้นที่ดินปัญหา ได้มีการจัดการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างเหมาะสมตรงตามศักยภาพของพื้นที่

๓. กรมพัฒนาที่ดินมีแนวทางการดำเนินงานจัดทำแผนบริหารจัดการที่เป็นไปตามมาตรฐานหลักวิชาการอนุรักษ์ดินและน้ำ

๑.๗ ผู้รับผิดชอบ

คณะทำงานขับเคลื่อนโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ สำนักวิศวกรรมเพื่อการพัฒนาที่ดิน และสำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต ๑

บทที่ ๒ สภาพทั่วไปพื้นที่ลุ่มน้ำ

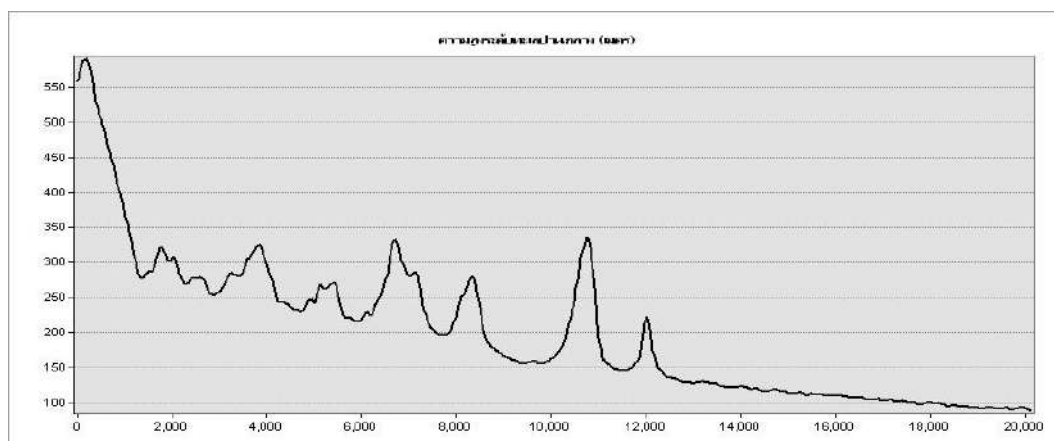
๒.๑ ที่ตั้งและอาณาเขต

พื้นที่คลองขมิ้น ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ในลุ่มน้ำสาขาห้วยกระเสียว (๑๓๐๑) ไหลผ่านในพื้นที่ตำบลห้วยขมิ้น มีเนื้อที่ ๑๒๓,๙๒๑ ไร่ หรือ ๑๕๕ ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ	อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดต่อ	ตำบลนิคมกระเสียว อำเภอด่านช้าง
ทิศตะวันออก	ติดต่อ	ตำบลวังคัน ตำบลหนองมะค่าโมง อำเภอด่านช้าง
ทิศตะวันตก	ติดต่อ	ตำบลวังยาว อำเภอด่านช้าง

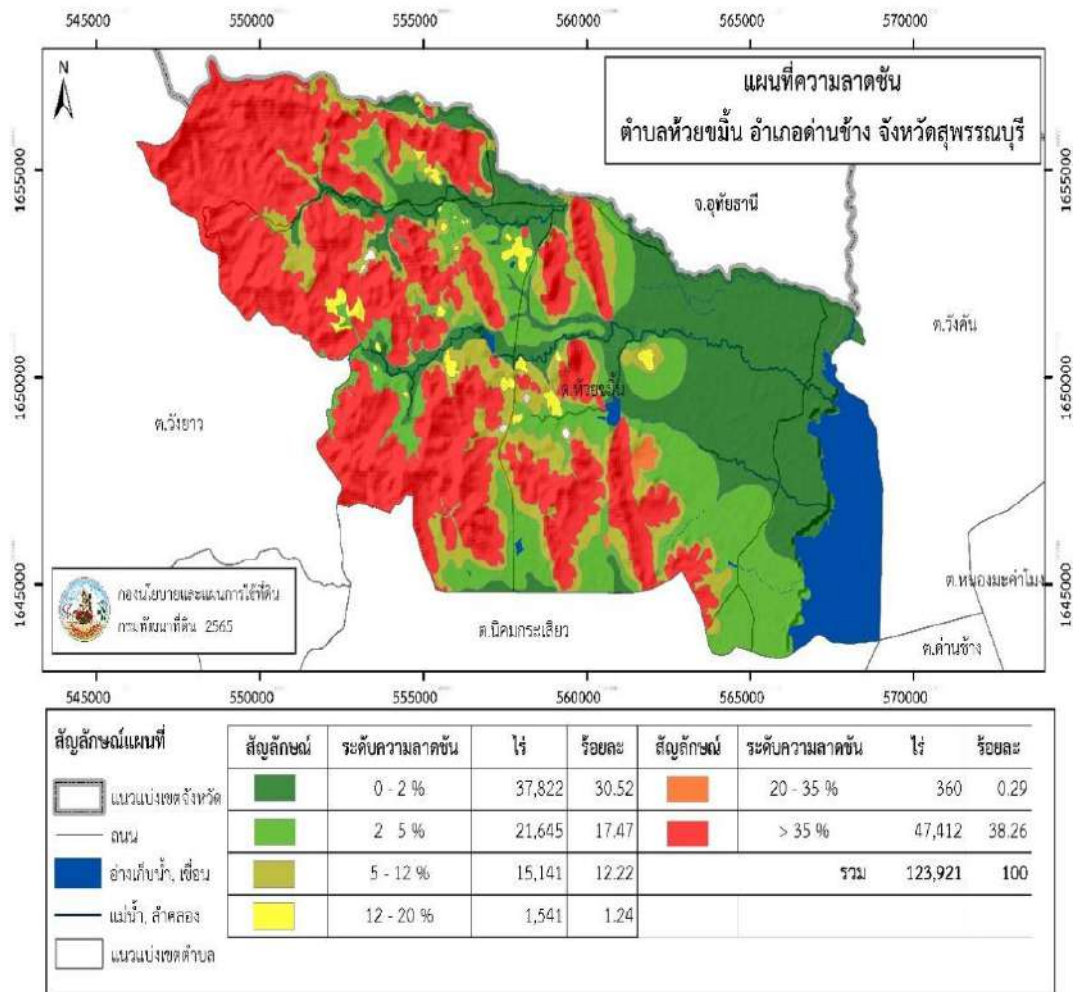
๒.๒ สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศในเขตพัฒนาที่ดิน คลองขมิ้น ลุ่มสาขาห้วยกระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี ประกอบด้วยพื้นที่ราบที่ลาดเชิงเขาและพื้นที่ภูเขาอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง อยู่ประมาณ ๒๐-๖๙๖ เมตร ลาดเทจากทางด้านทางทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก มีพื้นที่ภูเขาอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ๒๕๐-๖๐๐ เมตร ภูเขาทั้งทางด้านทิศตะวันตกสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ๑๕๐-๓๕๐ เมตร ซึ่งพื้นที่ภูเขาดังกล่าวเป็นพื้นที่บริเวณของพื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่กลางน้ำจะอยู่บริเวณที่ต่ำกว่ามีลักษณะเป็นร่องเขาและเนินสลับกับพื้นที่ลาดเชิงเขาสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ ๑๕๐-๓๕๐ เมตร ส่วนพื้นที่ปลายน้ำจะอยู่บริเวณทิศตะวันออกของพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเป็นจุดออกของน้ำ (Outlet) เป็นที่ตั้งของเขื่อนกระเสียว



ภาพที่ ๑ เส้นแสดงภูมิประเทศตามความสูงระดับน้ำทะเลปานกลาง ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ลักษณะพื้นที่ความลาดชันส่วนใหญ่เป็น พื้นที่ลาดชันสูงมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ ๓๘.๒๖ รองลงมาเป็นพื้นที่ราบเรียบความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๕๒ พื้นที่ลาดชันเล็กน้อยมีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์คิดเป็นร้อยละ ๑๗.๔๗ และพื้นที่ลาดชันปานกลางร้อยละ ๑๒.๒๒ ,๑.๒๔ และ ๐.๒๙ ตามลำดับ

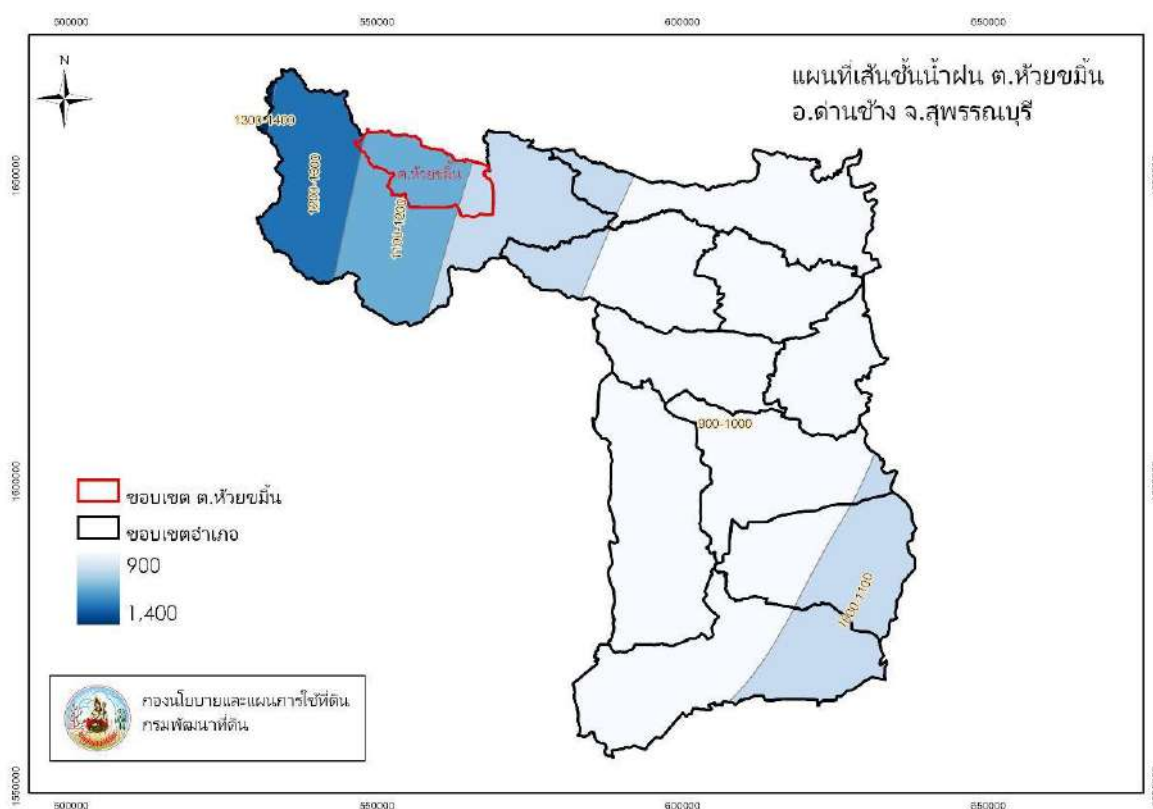


ภาพที่ ๒ ความลาดชัน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๓ สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ตำบลห้วยขมิ้น จังหวัดสุพรรณบุรี จัดอยู่ในประเภทภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน หรือภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา เป็นประเภทภูมิอากาศที่แบ่งประเภทตามระบบการแบ่งเขตภูมิอากาศแบบเคิปเปน (Koppen's classification) โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมากกว่า ๑๘ องศาเซลเซียสในทุกๆเดือนของปี โดยช่วงฤดูแล้งที่สุดมีปริมาณหยาดน้ำฟ้า (precipitation) น้อยกว่า ๖๐ มิลลิเมตร มีฤดูแล้งและฤดูฝนแตกต่างกันอย่างชัดเจน มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านในเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม นอกจากนี้ยังมีลมตะวันออกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้เริ่มพัดผ่านเข้ามาในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

๒.๓.๑ บริเวณจังหวัดสุพรรณบุรีมีปริมาณฝนเฉลี่ย ๙๘๒.๗ มิลลิเมตร และมีฝนตกประมาณ ๑๐๓ วันเดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือ เดือนกันยายน มีปริมาณฝนเฉลี่ย ๒๑๘.๖ มิลลิเมตร และฝนตกประมาณ ๑๙ วันจากเส้นชั้นน้ำฝน พบว่า ตำบลห้วยขมิ้นมีฝนอยู่ในช่วง ๑,๐๐๐ - ๑,๒๐๐ มิลลิเมตร



ภาพที่ ๓ เส้นชั้นน้ำฝน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๓.๒ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำ ลำคลอง และหนองบึง โดยมีภูเขายู่ทางตอนเหนือ จึงมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงและอากาศร้อนอบอ้าวในฤดูร้อน ส่วนในฤดูหนาวไม่หนาวมากโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี ๒๘.๔ องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ๓๔.๑ องศาเซลเซียส โดยมีอากาศร้อนที่สุดในเดือนเมษายน ส่วนในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ๒๔.๒ องศาเซลเซียส

๒.๓.๓ ความชื้นสัมพัทธ์มีความชื้นสัมพัทธ์ตลอดปี ๗๔.๓ เปอร์เซ็นต์สูงสุดในเดือนกันยายนเท่ากับ ๘๐.๐๐% และต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ ๖๙.๐๐ เปอร์เซ็นต์

สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจอากาศอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ปี 2533-2564

เดือน	อุณหภูมิ ต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิ สูงสุด (°C)	อุณหภูมิ เฉลี่ย (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	จำนวนวัน ฝนตก (วัน)	ปริมาณ ฝนใช้การ* (มม.)	การระเหย และการคายน้ำ อ้างอิง* (มม.)
ม.ค.	21.0	32.1	26.0	71.0	5.5	1.4	59.8	5.5
ก.พ.	22.8	34.1	27.7	72.0	8.1	1.0	61.6	8.0
มี.ค.	24.6	35.9	29.4	72.0	28.5	3.0	78.7	27.2
เม.ย.	25.8	37.3	30.7	71.0	60.6	5.2	83.1	54.7
พ.ค.	26.1	36.3	30.3	74.0	121.1	12.1	84.6	97.6
มิ.ย.	25.8	35.1	29.6	75.0	94.9	12.7	81.9	80.5
ก.ค.	25.3	34.3	29.0	76.0	101.2	14.8	82.5	84.8
ส.ค.	25.1	34.3	28.8	77.0	117.0	15.9	80.3	95.1
ก.ย.	24.9	33.8	28.6	80.0	224.4	18.3	70.8	143.8
ต.ค.	24.7	32.8	28.3	80.0	183.4	14.2	68.2	129.6
พ.ย.	23.1	32.2	27.4	74.0	43.8	4.1	64.8	40.7
ธ.ค.	20.9	31.3	25.7	69.0	6.5	1.3	65.7	6.4
เฉลี่ย	24.2	34.1	28.5	74.3	-	-	-	-
รวม	-	-	-	-	995.0	104.0	882.1	773.9

หมายเหตุ: * จากการคำนวณโดยโปรแกรม Cropwat for Windows Version 8.0

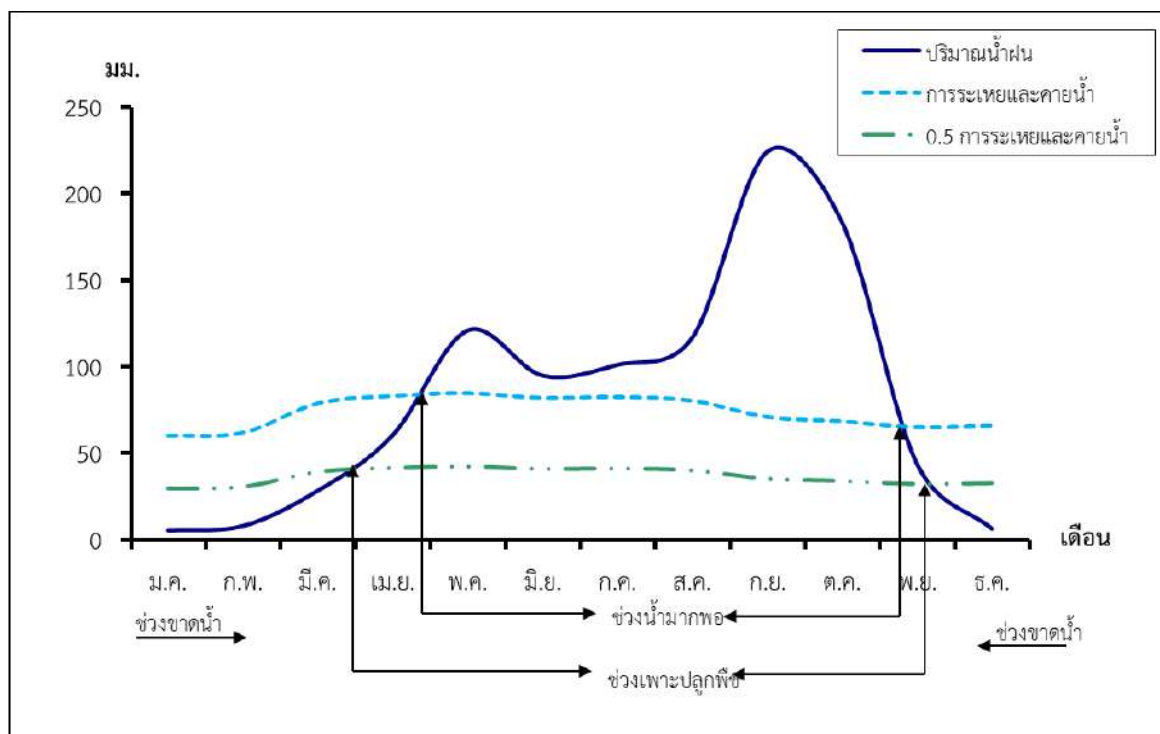
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2565)

ตารางที่ ๑ สถิติภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ๒๕๓๓-๒๕๖๔

๒.๓.๔ จากข้อมูลสถิติภูมิอากาศในคาบ ๓๐ ปี (ปี ๒๕๓๓ - ๒๕๖๔) ณ สถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรีได้นำมาวิเคราะห์สมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาช่วงฤดูกาลเพาะปลูกพืชตลอดจนช่วงระยะเวลาที่พืชเสี่ยงต่อการขาดน้ำ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ คือ ปริมาณน้ำฝน และศักยภาพการคายระเหยน้ำอ้างอิง (ET_o) ซึ่งคำนวณด้วยโปรแกรม Cropwat for Windows Version ๘.๐ โดยใช้สมการ Penman-Monteith สามารถสรุปสมดุลของน้ำเพื่อการเกษตรในเขตอาศัยน้ำฝนได้ดังนี้

- ช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช เป็นช่วงที่ค่าปริมาณน้ำฝนมากกว่าค่า ๐.๕ การระเหยจากผิวดินและการคายน้ำของพืช เป็นช่วงที่ดินมีความชุ่มชื้นพอเหมาะต่อการเพาะปลูกพืช ซึ่งช่วงนี้จะเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนพฤศจิกายน
- ช่วงที่มีน้ำมากเกินพอ เป็นช่วงที่ค่าปริมาณน้ำฝนมากกว่าค่าการระเหยจากผิวดินและการคายน้ำของพืช ซึ่งช่วงนี้จะเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายนถึงต้นเดือนพฤศจิกายน และช่วงนี้อาจเกิดภาวะน้ำท่วมทำให้พืชเสียหายได้ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน
- ช่วงขาดน้ำ เป็นช่วงฤดูแล้งที่ค่าปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าค่า ๐.๕ การระเหยจากผิวดินและ

การคายน้ำของพืช ซึ่งพืชอาจเสียหายจากการขาดแคลนน้ำได้ จะเริ่มตั้งแต่ต้นเดือนธันวาคมถึงปลายเดือนมีนาคม (ตารางที่ ๑ และรูปที่ ๓ ถึง รูปที่ ๔)



ภาพที่ ๔ ภาพสมดุลน้ำเพื่อการเกษตร จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๔ สภาพเศรษฐกิจและสังคม

๒.๔.๑ ประชากรจากหลักฐานทะเบียนราษฎรของกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย ปี ๒๕๖๔ พบว่า ประชากรที่อาศัยในพื้นที่ตำบลห้วยขมิ้น มีประชากรรวม ๙,๓๑๖ คน แยกเป็น ชาย ๔,๕๖๘ คน เป็น หญิง ๔,๗๔๘ คน จำนวนครัวเรือนทั้งหมด ๓,๑๘๖ ครัวเรือน มีประชากรเฉลี่ยต่อครัวเรือน ๓ คน และมีสัดส่วนผู้สูงอายุต่อจำนวนประชากรร้อยละ ๑๕.๐๔ ซึ่งเป็นครัวเรือนเกษตรที่มากขึ้นทะเบียนกรมส่งเสริมการเกษตร ๑,๔๗๐ ครัวเรือน หรือร้อยละ ๔๖.๑๔ ของครัวเรือนเกษตรทั้งหมด ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพอื่น ๆ และครัวเรือนเกษตรที่ไม่ได้มาขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร ๑,๗๑๖ ครัวเรือน หรือร้อยละ ๕๓.๘๖

๒.๔.๒ แหล่งน้ำตำบลห้วยขมิ้น มีแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเอง ได้แก่ บ่อน้ำตื้น ๑๖๗ บ่อ บ่อบาดาล ๕๕ บ่อและประปาหมู่บ้าน ๑๖ แห่ง โดยการประปาขององค์การบริหารส่วนตำบลห้วยขมิ้น ไม่มีการประปาส่วนภูมิภาค แต่ละหมู่บ้านได้บริหารจัดการเอง และทุกหมู่บ้านสามารถให้บริการได้ครอบคลุมทุกหลังคาเรือนส่วนแหล่งน้ำธรรมชาติมีลำน้ำ และลำห้วย ๒๒ แห่ง บึง หนอง อื่นๆ อีก ๓ แห่ง

๒.๔.๓ สถานที่เที่ยวสำคัญ อุทยานแห่งชาติพุเตย โดยสภาพทั่วไปเป็นเทือกเขาสูงติดต่อกันสลับซับซ้อนโดยมีจุดสูงสุดที่ยอดเขาเทวดาระดับความสูง ๑,๑๒๓ เมตร เป็นต้นน้ำลำธาร ซึ่งไหลลงอ่างเก็บน้ำลำตะเพิน มีคลอง ลำห้วยต่าง ๆ เช่น ห้วยเหล็กไหล ห้วยวังน้ำเขียว ห้วยองค์พระ ห้วยท่าเตื่อ ห้วยขมิ้นห้วยองค์ด ซึ่งเป็นลำน้ำสายหลักของชาวสุพรรณบุรี เป็นต้นกำเนิดของเขื่อนกระเสียว และหาดทรายห้วยเขื่อนกระเสียว เป็นแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ

๒.๔.๔ การถือครองที่ดินปี ๒๕๖๔ ตำบลห้วยขมิ้นมีพื้นที่ทั้งหมด ๑๒๓,๙๒๑ ไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด๕๔,๔๑๙ ไร่ หรือร้อยละ ๔๓.๙๑ ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งเป็นการถือครองที่ดินทางการเกษตรเฉลี่ย ๑๗.๐๘ ไร่ต่อครัวเรือน

๒.๔.๕ ลักษณะทางเศรษฐกิจสภาพเศรษฐกิจของชุมชนในตำบลห้วยขมิ้น ส่วนใหญ่ชาวบ้านมีอาชีพด้านการเกษตรกรรม ได้แก่ อ้อยโรงงานมากเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมันสำปะหลังนอกจากนี้เกษตรกรก็ยังมีปลูกผัก และเลี้ยงสัตว์

๒.๕ ทรัพยากรดิน

ทรัพยากรดินที่พบในพื้นที่ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอตาบช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี มีจำนวนทั้งสิ้น ๒๔ ชุดดิน ซึ่งประกอบด้วยหน่วยแผนที่ดินดังต่อไปนี้ (ตารางที่ ๒ และรูปที่ ๕)

๑) หน่วยแผนที่ดิน Don-fl-sLA ชุดดินดงยางเอนที่เป็นดินร่วนละเอียด มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๖,๓๖๓ ไร่ หรือร้อยละ ๕.๙๕ ของเนื้อที่ตำบล

๒) หน่วยแผนที่ดิน Kld-clB ชุดดินกลางดงที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๘๓๔ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๗๘ ของเนื้อที่ตำบล

๓) หน่วยแผนที่ดิน Kld-clC ชุดดินกลางดงที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๔๗ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๔ ของเนื้อที่ตำบล

๔) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-mw-sLA ชุดดินเขาพลองที่มีการระบายน้ำดีปานกลางมีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๘๑ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๘ ของเนื้อที่ตำบล

๕) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-sLB ชุดดินเขาพลองที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๑,๙๗๘ ไร่ หรือร้อยละ ๑.๘๕ ของเนื้อที่ตำบล

๖) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-fl-mw,fl-sLA ชุดดินเขาพลองที่เป็นดินร่วนละเอียด ที่มีการระบายน้ำดีปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๑๘,๖๑๔ ไร่ หรือร้อยละ ๑๗.๔๐ ของเนื้อที่ตำบล

๗) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-fl-sLA ชุดดินเขาพลองที่เป็นดินร่วนละเอียด มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๒๓๕ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๒๒ ของเนื้อที่ตำบล

๘) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-gm,fl-sLA ชุดดินเขาพลองที่มีจุดประสีเทาและเป็นดินร่วนละเอียดมีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๕๓๓ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๕๐ ของเนื้อที่ตำบล

๙) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-fl,gm-sLA/b ชุดดินเขาพลองที่เป็นดินร่วนเนื้อละเอียดและมีจุดประสีเทา เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๐-๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๖๒๔ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๕๙ ของเนื้อที่ตำบล

๑๐) หน่วยแผนที่ดิน Kpg-hb-sLB ชุดดินเขาพลองที่มีเบสสูงมีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายมีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๓,๑๖๑ ไร่ หรือร้อยละ ๒.๙๖ ของเนื้อที่ตำบล

๑๑) หน่วยแผนที่ดิน Ly-sLB ชุดดินลาดหญ้าที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๙,๗๒๐ ไร่ หรือร้อยละ ๙.๐๙ ของเนื้อที่ตำบล

๑๒) หน่วยแผนที่ดิน ML-clC ชุดดินมวกเหล็กที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๒,๒๐๐ ไร่ หรือร้อยละ ๒.๐๖ ของเนื้อที่ตำบล

๑๓) หน่วยแผนที่ดิน ML-gclC ชุดดินมวกเหล็กที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวปนกรวดมีความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๙๔๔ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๘๘ ของเนื้อที่ตำบล

๑๔) หน่วยแผนที่ดิน MI-clD ชุดดินมวกเหล็กที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน๑๒-๒๐ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๑๑๕ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๑๑ ของเนื้อที่ตำบล

๑๕) หน่วยแผนที่ดิน Ty-slC ชุดดินท่ายางที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีความลาดชัน๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๗,๐๘๗ ไร่ หรือร้อยละ ๖.๖๓ ของเนื้อที่ตำบล

๑๖) หน่วยแผนที่ดิน Ty-gslD ชุดดินท่ายางที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายปนกรวด มีความลาดชัน๑๒-๒๐ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๑,๒๖๑ ไร่ หรือร้อยละ ๑.๑๘ ของเนื้อที่ตำบล

๑๗) หน่วยแผนที่ดิน Ty-gslE ชุดดินท่ายางที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายปนกรวด มีความลาดชัน๒๐-๓๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๒๙๕ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๒๘ ของเนื้อที่ตำบล

๑๘) หน่วยแผนที่ดิน Ws-clC ชุดดินวังสะพุงที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๕๕๘ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๕๒ ของเนื้อที่ตำบล

๑๙) หน่วยแผนที่ดิน Ws-clD ชุดดินวังสะพุงที่มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๑๒-๒๐ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๒๙ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๓ ของเนื้อที่ตำบล

๒๐) หน่วยแผนที่ดิน Ws-d-clB ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๒-๕ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๑,๒๕๙ ไร่ หรือร้อยละ ๑.๑๘ ของเนื้อที่ตำบล

๒๑) หน่วยแผนที่ดิน Ws-d-clC ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน ๕-๑๒ เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ ๒๙๙ หรือร้อยละ ๐.๒๘ ของเนื้อที่ตำบล

๒๒) หน่วยแผนที่ดิน RL (พื้นที่ที่เต็มไปด้วยหิน) มีเนื้อที่ ๑๒๑ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๑๑ ของเนื้อที่ตำบล

๒๓) หน่วยแผนที่ดิน SC (พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน) (ความลาดชันมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์) มีเนื้อที่ ๔๓,๓๗๗ ไร่ หรือร้อยละ ๔๐.๕๖ ของเนื้อที่ตำบล

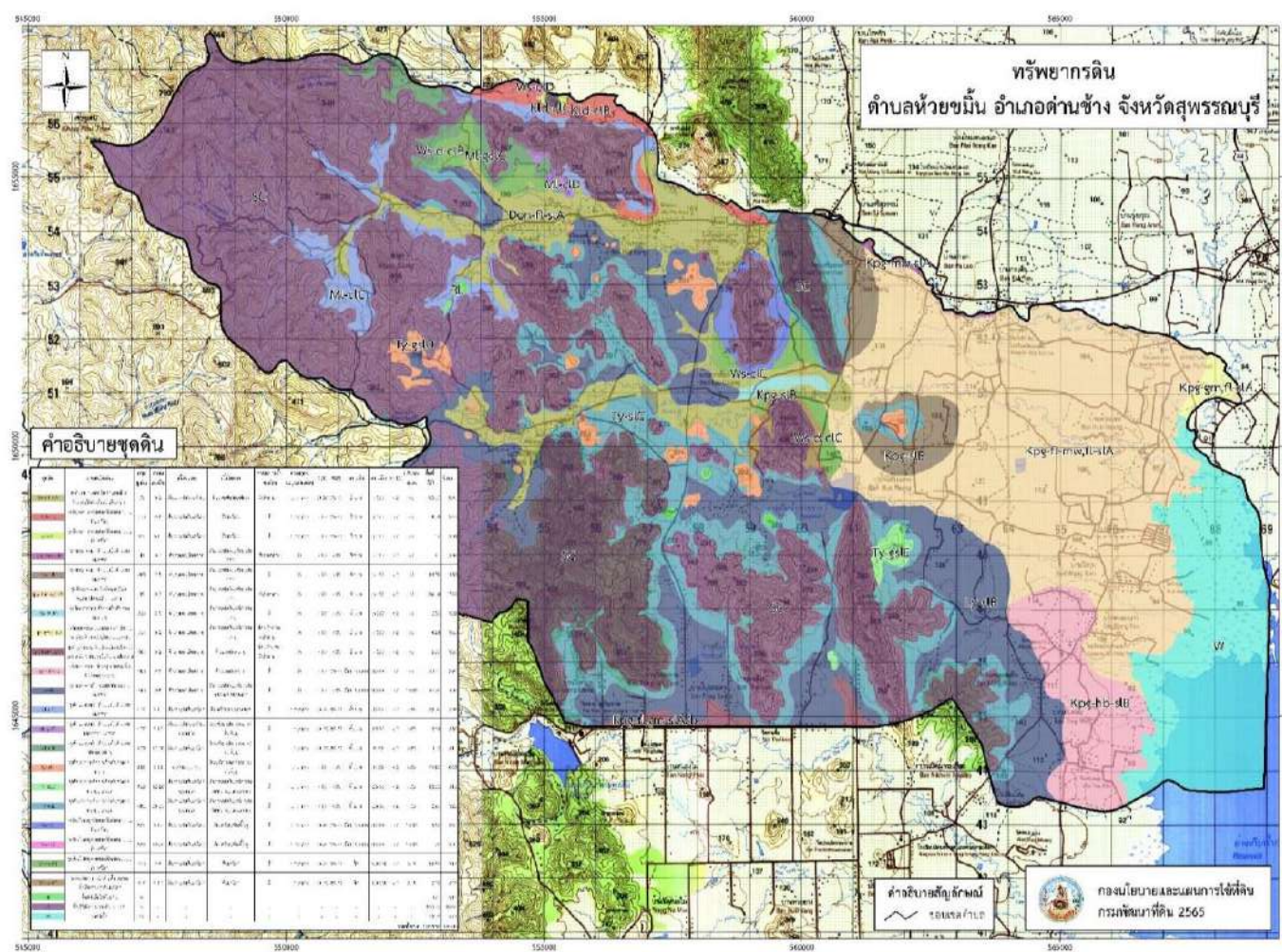
๑๔) หน่วยแผนที่ดิน W (พื้นที่แหล่งน้ำ) มีเนื้อที่ ๗,๒๒๓ ไร่ หรือร้อยละ ๖.๗๕ ของเนื้อที่ตำบล

ตารางที่ 3-3 สมบัติดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอคำชะอี จังหวัดสุพรรณบุรี

หน่วยแผนที่ดิน	ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)	การระบายน้ำ	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน (CEC)	ความอิ่มตัว ของ (BS)	ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ฟอสฟอรัส ที่เป็น ประโยชน์ (P ₂ O ₅)	โพแทสเซียมที่ เป็นประโยชน์ (K ₂ O)	ความอุดม สมบูรณ์	เนื้อที่ ไร่	ร้อยละ
Dnrl-sIA	0-2	ดีปานกลาง	10-20	35-75	>150	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	6,363	5.95
Kld-clB	2-5	ดี	<10	35-75	>150	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	834	0.78
Kld-clC	5-12	ดี	<10	35-75	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	47	0.04
Kpgm-wsA	0-2	ดีปานกลาง	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	81	0.08
KpgslB	2-5	ดี	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	1,978	1.85
Kpgsl-mwslsA	0-2	ดีปานกลาง	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	18,614	17.4
Kpgsl-sIA	2-5	ดี	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	235	0.22
Kpgslm-sIA	0-2	ค่อนข้างดี - ดีปานกลาง	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	533	0.5
Kpgsl-gm-sIA/b	0-2	ค่อนข้างดี - ดีปานกลาง	<10	<35	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	634	0.59
Kpgsl-b-sIB	2-5	ดี	<10	35-75	>150	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	3,161	2.96
Ly-sIB	2-5	ดี	<10	<35	50-100	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	9,720	9.09
MI-clC	5-12	ดี	10-20	35-75	0-50	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	2,200	2.06
MI-clD	5-12	ดี	10-20	35-75	25-50	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	944	0.88
MI-clD	12-20	ดี	10-20	35-75	0-50	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	115	0.11
Ty-slC	5-12	ดี	<10	<35	0-50	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	7,087	6.63
Ty-gslD	12-20	ดี	<10	<35	25-50	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	1,261	1.18
Ty-gslE	20-35	ดี	<10	<35	25-50	สูง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	295	0.28
Ws-clC	5-12	ดี	10-20	35-75	50-100	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	538	0.52
Ws-clD	12-20	ดี	10-20	35-75	50-100	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	29	0.03
Ws-d-clB	2-5	ดี	10-20	35-75	100-150	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	1,239	1.18
Ws-d-clC	5-12	ดี	10-20	35-75	100-150	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	299	0.28
SC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,377	40.56
W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,223	6.75
รวมทั้งหมด										106,958	100.00

ที่มา: กองสำรวจดินและวิทยทรัพยากรดิน (2562)

ตารางที่ ๒ สมบัติดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี



ภาพที่ ๕ ทรัพยากรดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๖ สภาพการใช้ที่ดิน

สภาพการใช้ที่ดินตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งสำรวจโดยกลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน (๒๕๖๔) ประกอบด้วย ประเภทการใช้ที่ดินต่าง ๆ ดังนี้ (ตารางที่ ๓-๔ และภาพที่ ๖)

๒.๖.๑ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีเนื้อที่ ๔,๐๗๔ ไร่ หรือร้อยละ ๓.๒๙ ของพื้นที่ตำบล

๒.๖.๒ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ ๖๖,๑๙๗ ไร่ หรือร้อยละ ๕๓.๔๒ ของพื้นที่ตำบล ประกอบด้วย การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านเกษตรกรรมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

๑. พื้นที่นา มีเนื้อที่ ๑๓ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๑ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ นาข้าว

๒. พืชไร่ มีเนื้อที่ ๖๐,๐๓๘ ไร่ หรือร้อยละ ๔๘.๔๕ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ ไร่อ้อย ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด

๓. ไม้ยืนต้น มีเนื้อที่ ๔,๘๖๔ ไร่ หรือร้อยละ ๓.๙๓ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ ไม้ยืนต้นร้าง/เสื่อมโทรม ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ยูคาลิปตัส สัก สะเดา ไม้ปลูกเพื่อการค้า หมาก ตะกู

๔. ไม้ผล มีเนื้อที่ ๙๔๓ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๗๖ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ ไม้ผลร้าง/เสื่อมโทรม ไม้ผลผสม มะพร้าว มะม่วง กล้าย มะขาม ลำไย ฝรั่ง มะละกอ มะนาว มะขามเทศ

๕. พืชสวน มีเนื้อที่ ๕๑ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๕ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ พืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ แคนตาลูป

๖. พุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ มีเนื้อที่ ๒๗๘ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๒๒ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ พุ่หญ้าเลี้ยงสัตว์ โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก โรงเรือนเลี้ยงหมู

๗. สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีเนื้อที่ ๑๐ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๐๑ ของพื้นที่ตำบล ได้แก่ สถานที่เพาะเลี้ยงปลา

๒.๖.๓ พื้นที่ป่าไม้ มีเนื้อที่ ๔๔,๓๑๑ ไร่ หรือร้อยละ ๓๕.๗๖ ของพื้นที่ตำบล ประกอบด้วย ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู ป่าผลัดใบสมบูรณ์ ป่าปลูกสมบูรณ์

๒.๖.๔ พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ ๙,๐๕๐ ไร่ หรือร้อยละ ๗.๓๐ ของพื้นที่ตำบล ประกอบด้วย แม่น้ำ ลำห้วย ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำในไร่นา และคลองชลประทาน

๒.๖.๕ พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีเนื้อที่ ๒๙๐ ไร่ หรือร้อยละ ๐.๒๓ ของพื้นที่ตำบล ประกอบด้วย พุ่หญ้า

สภาพการใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

หน่วยแผนที่	สภาพการใช้ที่ดิน	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	4,074	3.29
A	พื้นที่เกษตรกรรม	66,197	53.42
A101	นาข้าว	13	0.01
A200	ไร่อ้อย	126	0.10
A202	ข้าวโพด	126	0.10
A203	อ้อย	966	0.78
A204	มันสำปะหลัง	48,634	39.25
A205	สับปะรด	10,215	8.24
A300	ไม้ยืนต้นร้าง/เสื่อมโทรม	56	0.05
A302	ยางพารา	2,466	1.99
A303	ปาล์มน้ำมัน	435	0.35
A304	ยูคาลิปตัส	719	0.58
A305	สัก	1,071	0.86
A306	สะเดา	5	-
A315	ไม้ปลูกเพื่อการค้า	11	0.01
A317	หมาก	93	0.08
A323	ตะกู	8	0.01
A400	ไม้ผลร้าง/เสื่อมโทรม	19	0.02
A401	ไม้ผลผสม	130	0.10
A405	มะพร้าว	29	0.02
A407	มะม่วง	526	0.42
A411	กล้วย	16	0.01
A412	มะขาม	47	0.04
A413	ลำไย	59	0.05
A414	ฝรั่ง	12	0.01
A415	มะละกอ	38	0.03
A422	มะนาว	23	0.02
A424	มะขามเทศ	44	0.04
A502	พืชผัก	33	0.03
A503	ไม้ดอก ไม้ประดับ	7	0.01
A512	แคนตาลูป	11	0.01

ตารางที่ ๓ สภาพการใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

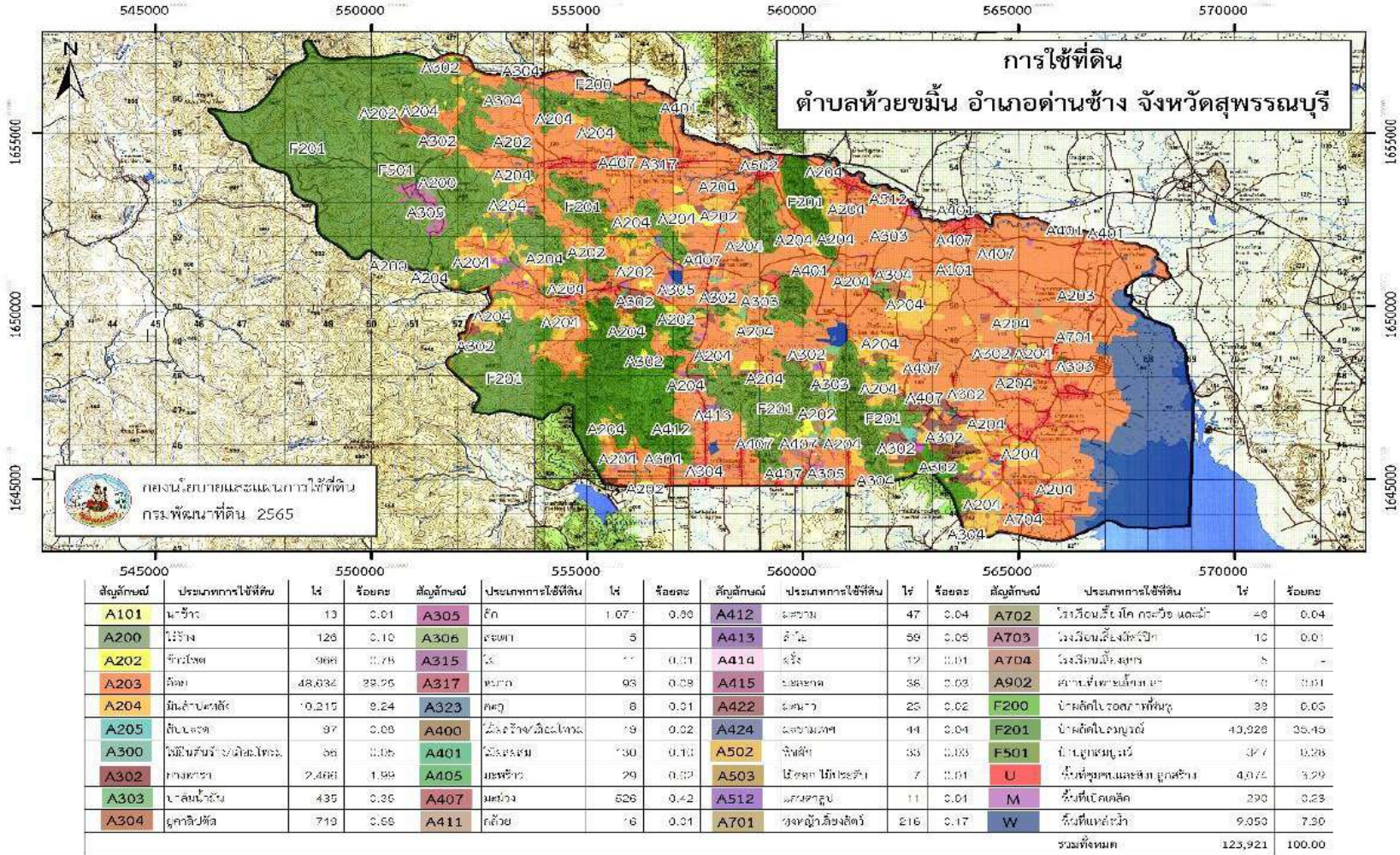
หน่วยแผนที่	สภาพการใช้ที่ดิน	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
A701	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	216	0.17
A702	โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า	46	0.04
A703	โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก	10	0.01
A704	โรงเรือนเลี้ยงสุกร	5	-
A902	สถานที่เพาะเลี้ยงปลา	10	0.01
F	พื้นที่ป่าไม้	44,311	35.76
F200	ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู	38	0.03
F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์	43,926	35.45
F501	ป่าปลูกสมบูรณ์	347	0.28
M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	290	0.23
M101	ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	118	0.10
M102	ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ	167	0.13
M303	บ่อทราย	5	-
W	พื้นที่แหล่งน้ำ	9,050	7.30
รวมเนื้อที่ทั้งหมด		123,921	100.00

ที่มา: กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน (2564)

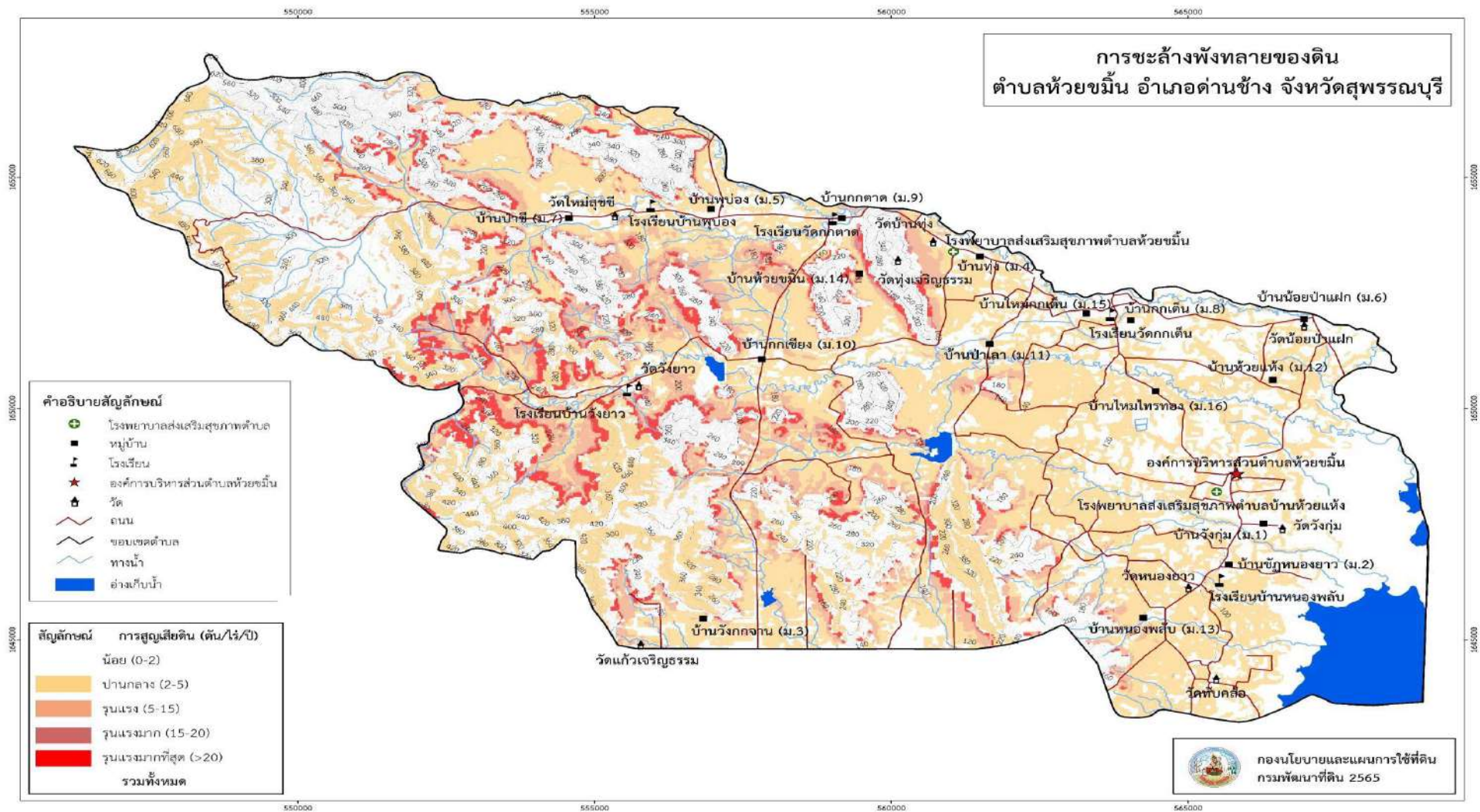
ตารางที่ ๓ สภาพการใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๗ แผนที่ชะล้าง

สภาพการชะล้างของดินในตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งแบ่งการสูญเสียดินไว้ ๕ ระดับได้แก่ น้อย ปานกลาง รุนแรง รุนแรงมาก และรุนแรงมากที่สุดโดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในตำบลห้วยขมิ้นจะเป็น การสูญเสียดินแบบปานกลาง ดังนี้ (ภาพที่ ๗)



ภาพที่ ๖ การใช้ที่ดิน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี



ภาพที่ ๗ แผนที่ชะล้าง ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

๒.๘ ทรัพยากรป่าไม้

๑) ป่าไม้ตามกฎหมาย ได้แก่ อุทยานแห่งชาติพุเตย ตั้งอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรี มีเนื้อที่ ๑๙๘,๔๒๒ ไร่ จัดตั้งขึ้นเนื่องจากกรมป่าไม้ เห็นว่า พื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์บางส่วนในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าองค์พระ ป่าเขาพุระกำ และป่าห้วยพลู ท้องที่อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี มีสภาพป่าอุดมสมบูรณ์เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารในการเกษตรของจังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดกาญจนบุรี มีทิวทัศน์สวยงามสัตว์ป่าชุกชุมสมควรอนุรักษ์ไว้เป็นสมบัติของชาติ จึงแต่งตั้งให้นายพันเทพ อันตระกูล นักวิชาการกรมป่าไม้ไปทำการสำรวจบุกเบิกเตรียมการประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี ๒๕๓๘ จนถึงปี ๒๕๔๑ จึงได้ประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ ๘๔ ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ ๑๑๕ ตอนที่ ๖๗ก ลงวันที่ ๓๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๑ โดยใช้ชื่อว่า "อุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัดสุพรรณบุรี" มีอาณาเขต ทิศเหนือจดอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ทิศใต้จดห้วยตะเพิน ห้วย น้ำเขียว และอ่างเก็บน้ำลำตะเพินตามโครงการพระราชดำริ ทิศตะวันออก จดห้วยซับปลากั้ง ห้วยชะลอม ห้วยขมิ้นและทิศตะวันตก จดเขตอำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี (รูปที่ ๖) เนื้อที่ของอุทยานแห่งชาติพุเตยทั้งหมด ๑๙๘,๔๒๒ ไร่ แต่ในส่วนของพื้นที่อุทยานพุเตยที่อยู่ในพื้นที่ ต.ห้วยขมิ้น อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี มีเนื้อที่ ๑๘,๐๘๖ ไร่

๒) ป่าตามมติคณะรัฐมนตรี ได้แก่

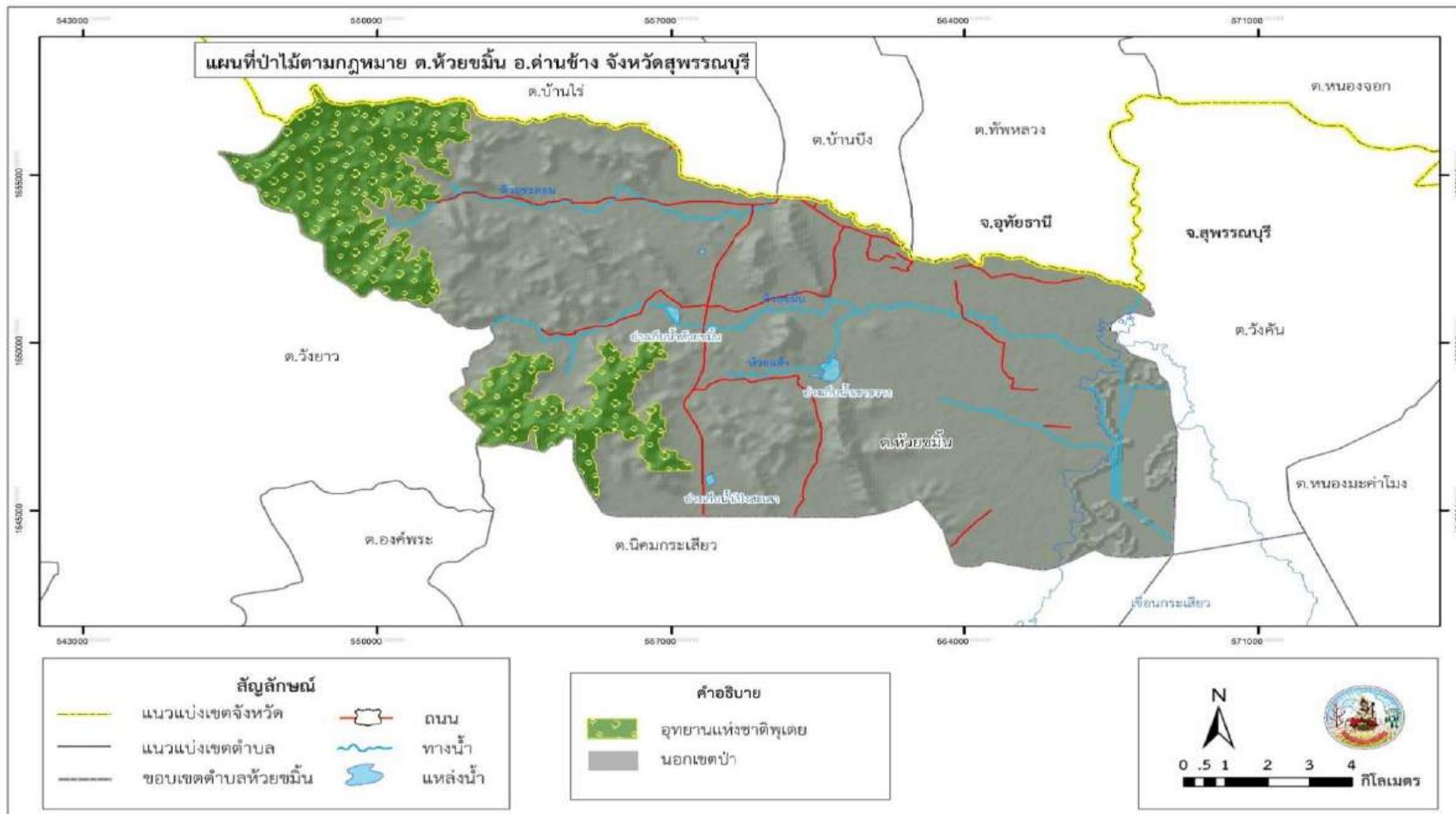
๒.๑) การจำแนกเขตการใช้ประโยชน์ทรัพยากรและที่ดินป่าไม้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ (มติคณะรัฐมนตรี วันที่ ๑๐ มีนาคม ๒๕๓๕ และ ๑๗ มีนาคม ๒๕๓๕) ดังรายละเอียดในรูปที่ ๗

- เขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ (Zone C) เนื้อที่ ๑๙,๓๒๗ ไร่
- เขตพื้นที่ป่าเพื่อเศรษฐกิจ (Zone E) เนื้อที่ ๖๖,๑๗๕ ไร่
- เขตพื้นที่ป่าที่เหมาะสมต่อการเกษตร (Zone A) เนื้อที่ ๒๑,๒๕๔ ไร่

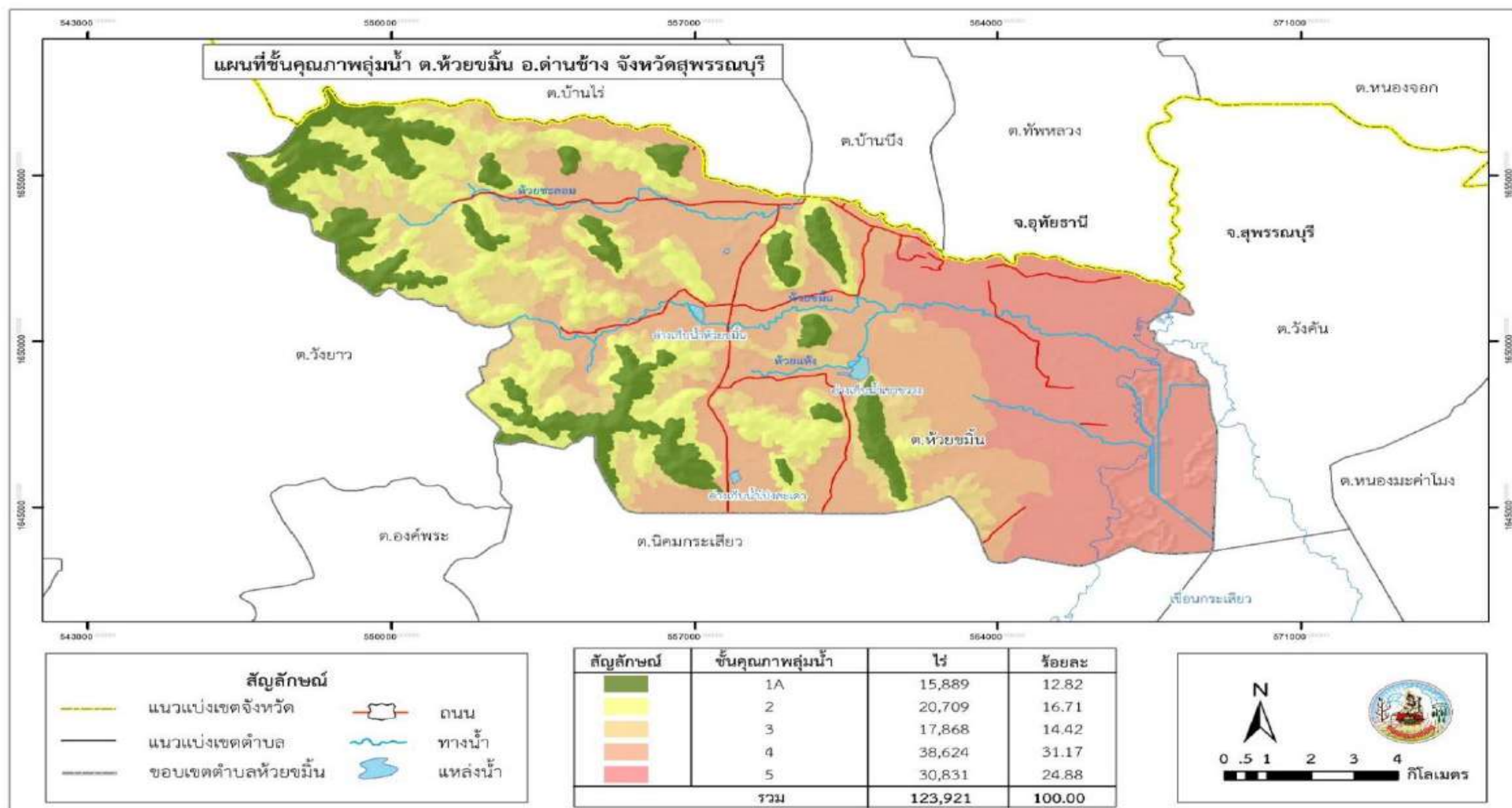
๒.๒) ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (มติคณะรัฐมนตรี วันที่ ๒๘ พฤษภาคม ๒๕๒๘) รายละเอียดในรูปที่ ๘

- ชั้นที่ ๑A เนื้อที่ ๑๕,๘๘๙ ไร่
- ชั้นที่ ๒ เนื้อที่ ๒๐,๗๐๙ ไร่
- ชั้นที่ ๓ เนื้อที่ ๑๗,๘๖๘ ไร่
- ชั้นที่ ๔ เนื้อที่ ๓๘,๖๒๔ ไร่
- ชั้นที่ ๕ เนื้อที่ ๓๐,๘๓๑ ไร่

ทั้งนี้ เนื้อที่ดังกล่าวข้างต้น คำนวณด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเนื้อที่เบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถใช้อ้างอิงได้ทางกฎหมาย



ภาพที่ ๘ แผนที่ป่าไม้ตามกฎหมาย ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี



ภาพที่ ๑๐ แผนที่คุณภาพลุ่มน้ำ ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

บทที่ ๓

การวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา และชลศาสตร์

๓.๑ ศักยภาพปริมาณน้ำท่า

จากการศึกษาสภาพพื้นที่คลองขม้น มีพื้นที่รับน้ำก่อนถึงอ่างเก็บน้ำห้วยขม้นเท่ากับ ๒๑.๓๖ ตารางกิโลเมตร (๑๓,๓๔๙ ไร่) โดยจะไหลรวมกับคลองกระเสียวแล้วรวมลงสู่เขื่อนกระเสียว

จากการคำนวณปริมาณน้ำท่า ด้วยวิธี Reginal Runoff equation ซึ่งอาศัยความสัมพันธ์แบบรีเกรสชัน (Regression) ระหว่างปริมาณน้ำนองสูงสุดเฉลี่ยและพื้นที่รับน้ำฝน ซึ่งจากข้อมูลพื้นที่คลองขม้นมีพื้นที่รับน้ำเท่ากับ ๒๑.๓๖ ตารางกิโลเมตร สามารถคำนวณปริมาณน้ำท่าได้จากสมการ $Q = 0.244A^{0.007}$

สามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีและพื้นที่รับน้ำที่ได้จากสมการ เท่ากับ ๕.๔๑ ล้านลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่าคลองขม้น มีศักยภาพในการพัฒนาด้านการกักเก็บน้ำท่าเพื่อใช้ในพื้นที่การเกษตรได้

จากผลการศึกษาศักยภาพ พบว่า คลองขม้นมีศักยภาพในการพัฒนาแหล่งน้ำต้นทุน มีความเหมาะสมที่จะทำการศึกษาความเหมาะสมโครงการ เพื่อนำไปสู่การสำรวจและออกแบบ โครงการต่อไป

๓.๒ การประเมินปริมาณน้ำที่ต้องระบาย

ในการประเมินปริมาณน้ำในการระบายสามารถแบ่งเป็นพื้นที่เล็กๆตามการถือครองและการเพาะปลูกของเกษตรกรได้ วิธีที่นิยมใช้คือ Rational method (Chow V.T. , ๑๙๖๔) โดยสมมุติฐาน ดังนี้

๑. ช่วงเวลาที่ฝนตกเท่ากับระยะเวลาน้ำไหลรวม
๒. ฝนที่ตกไหลไปยังจุดรวมน้ำเกือบจะเป็นเวลาที่สั้นมากและไม่ขึ้นกับความเข้มฝน
๓. ไม่คิดผลของการกักเก็บน้ำของกลุ่มน้ำ
๔. ฝนตกสม่ำเสมอและทั่วถึงทั้งกลุ่มน้ำ
๕. ปริมาณฝนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาและพื้นที่
๖. ความถี่ของน้ำหลากออกแบบเป็นผลมาจากความถี่ของฝนออกแบบ

พื้นที่ระบายน้ำ มักจะกำหนดเป็นพื้นที่ปิดที่ไม่มีการไหลข้ามของน้ำ หรือที่เรียกว่าลุ่มน้ำ ภายในลุ่มน้ำนั้นก็อาจจะสามารถแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยๆในการจัดการได้โดยอาจจะถือพื้นที่ถือครองเป็นเกณฑ์ แล้วสร้างโครงสร้างในการแบ่งพื้นที่น้ำไหลเช่นทางลำเลียง หรือคลองระบายน้ำ ได้

คำนวณหาปริมาณน้ำท่า ด้วยวิธี Rational

การเลือกค่าช่วงเวลาที่ฝนตก (rainfall duration) นั้นตามสมมุติฐานสามารถหาได้จากระยะเวลาน้ำไหลรวม โดยตาม คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง, สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง, ๒๕๕๔ ได้แนะนำให้ใช้ตามสมการ

$$T_c = \left[0.87 \frac{L^3}{H} \right]^{0.385} \dots\dots\dots (๒)$$

เมื่อ T_c คือ ระยะเวลาน้ำไหลรวม (ชั่วโมง)

L คือ ความยาวของพื้นที่รับน้ำ (กิโลเมตร)

H คือ ระดับความสูงที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่ไกลสุดและจุดระบายออก

(เมตร)จากเกณฑ์กำหนดสำหรับการออกแบบ การก่อสร้างและบำรุงรักษา อาคารประกอบในโครงสร้างพื้นฐานซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำหรือมีผลกระทบต่อการระบายน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ (๒๕๕๓) ให้ข้อแนะนำว่า T_c ควรมีค่าระหว่าง ๑๕-๓๕ นาที

การประเมินอัตราการไหลของน้ำไหลบ่า โดยวิธี Rational Method ใช้สมการ ดังนี้

$$Q_p = \frac{CiA}{3.6} \dots\dots\dots(๑)$$

เมื่อ Q_p คือ อัตราการไหลของน้ำไหลบ่าสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)

C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient)

i คือ ปริมาณน้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ออกแบบ (มม./ชม.)

A คือ พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)

ค่าที่ได้คืออัตราการไหลสูงที่สุดไม่ใช่ปริมาตรของน้ำ (Volume of runoff) และแนะนำให้ใช้ในพื้นที่ไม่เกิน ๑๐ ตารางกิโลเมตรหรือ ประมาณ ๖,๒๕๐ ไร่ (ที่มา: คู่มือเกณฑ์กำหนดการออกแบบโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ, กรมทรัพยากรน้ำ, ๒๕๕๐)

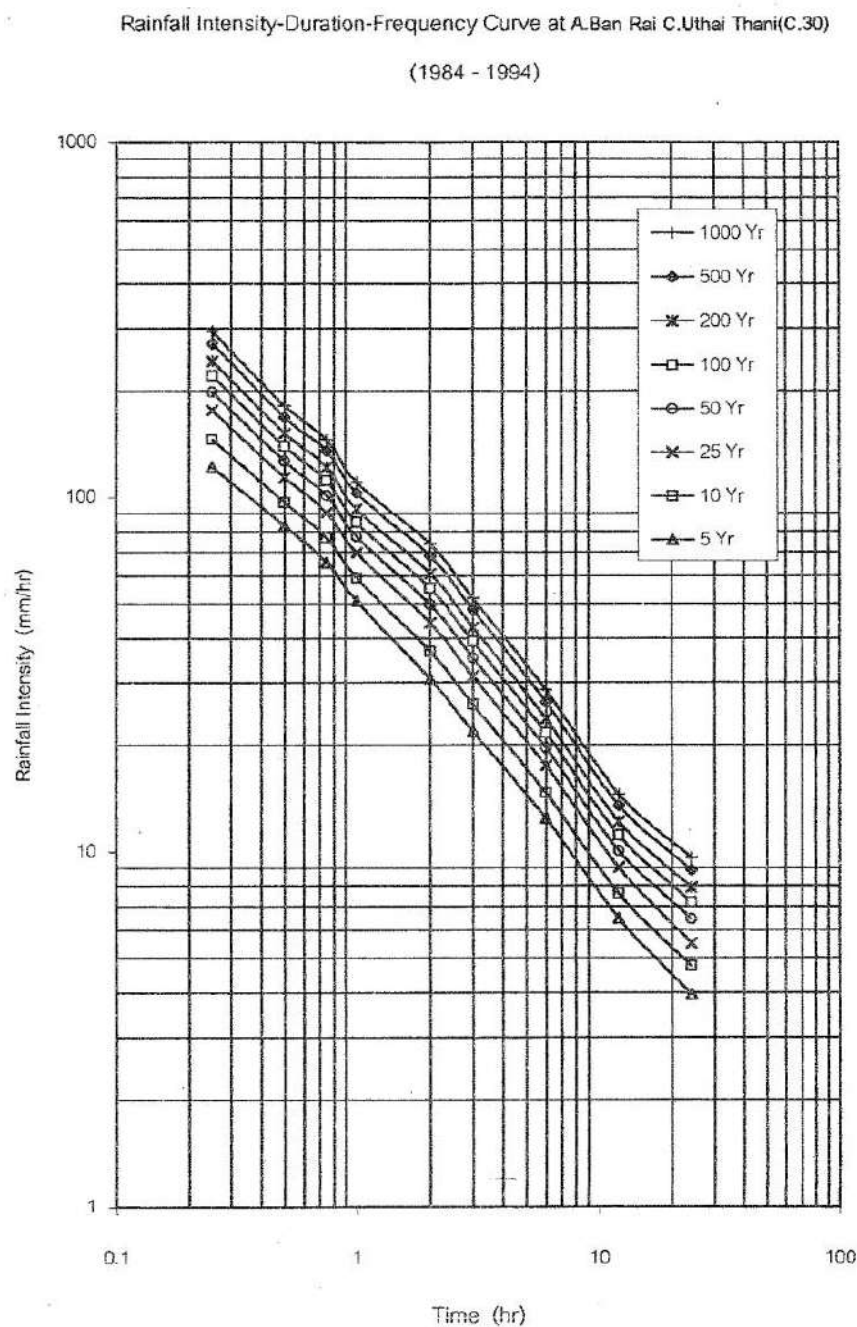
ตารางที่ ๔ แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลแหล่งน้ำผิวดิน

ภูมิประเทศและพืชพันธุ์	ค่า C		
	เนื้อดิน		
	Open sandy loam	Clay and silt loam	Tight clay
พื้นที่ป่า			
ราบเรียบ ความลาดชัน ๐-๕%	๐.๑๐	๐.๓๐	๐.๔๒
เนิน ความลาดชัน ๕-๑๐%	๐.๒๕	๐.๓๕	๐.๕๐
ภูเขา ความลาดชัน ๑๐-๓๐%	๐.๓	๐.๕๐	๐.๖๐
พื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์			
ราบเรียบ ความลาดชัน ๐-๕%	๐.๑๐	๐.๓๐	๐.๔๐
เนิน ความลาดชัน ๕-๑๐%	๐.๑๖	๐.๓๖	๐.๕๕
ภูเขา ความลาดชัน ๑๐-๓๐%	๐.๒๒	๐.๔๒	๐.๖๐
พื้นที่เพาะปลูก			
ราบเรียบ ความลาดชัน ๐-๕%	๐.๓๐	๐.๕๐	๐.๖๐
เนิน ความลาดชัน ๕-๑๐%	๐.๔๐	๐.๖๐	๐.๗๐
ภูเขา ความลาดชัน ๑๐-๓๐%	๐.๕๒	๐.๗๒	๐.๘๐

ที่มา: เกณฑ์กำหนด

สำหรับการออกแบบ การก่อสร้างและบำรุงรักษา อาคารประกอบในโครงสร้างพื้นฐานซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำหรือมีผลกระทบต่อการระบายน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ (๒๕๕๓)

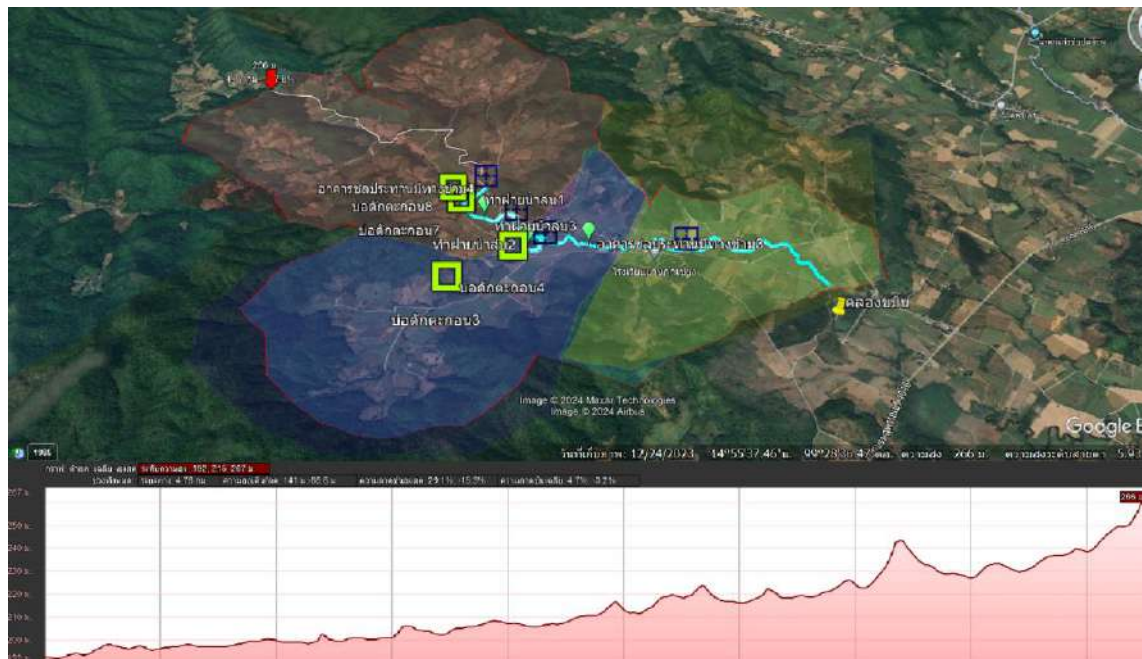
ค่าความเข้มข้นในรอบปีการเกิดซ้ำที่ต้องการออกแบบสามารถนำค่าจาก IDF curve จากแหล่งอ้างอิงต่างๆ เช่นกรมชลประทาน วสท. หรือข้อมูลศึกษา วิจัย มาใช้ในสมการได้



ภาพที่ ๑๑ IDF curve ของอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ในการเลือกรอบปีการเกิดซ้ำสำหรับการออกแบบนั้นจะคำนึงถึง ความปลอดภัย และงบประมาณของโครงสร้างโดยมีคำแนะนำตามคู่มือการออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กองสำรวจและออกแบบ รพช. ๒๕๒๙ สำหรับประเภทงานระบายน้ำ ท่อลอด และการขุดระบายลำน้ำเล็กๆ ในชนบทไว้ที่ ๒-๕ ปี

ตัวอย่าง พื้นที่ออกแบบมีขนาด ๒๑.๓๖ ตารางกิโลเมตร ความยาวจากจุดไกลสุด ๘.๕๕ กิโลเมตร มีความต่างระดับ ๙๑ เมตร (หากมีอาคารชลประทานให้แยกคิดพื้นที่รับน้ำ)



ภาพที่ ๑๒ แสดงตัวอย่างพื้นที่ออกแบบ

$$\text{Slope} = ๕-๑๐ \%$$

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

$$T_c = (0.87 \times 16.7^3 / 14.5)^{0.385}$$

จะได้ค่า $T_c = ๑.๙๔$ ชั่วโมง เลือกค่า i ที่รอบปีการเกิดซ้ำ ๒๕ ปี ได้ ๔๕ มม./ชั่วโมง

$$P = (CRA) / 10000 \text{ wc}$$

P คือ ศักยภาพแหล่งน้ำสำหรับพื้นที่รับน้ำ, ลบ.ม./ปี W

C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient)

R คือ ความลึกรวมของฝนทั้งปี, มม.

AC คือ พื้นที่รับน้ำ, ตร.ม.

ตัวอย่าง พื้นที่รับน้ำขนาด ๕๐๐ ไร่ ค่า C = ๐.๕๔ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ๑,๒๐๐ มม.

จะมีศักยภาพน้ำท่าเท่าไร

$$P = (CRA) / 10000 \text{ wc}$$

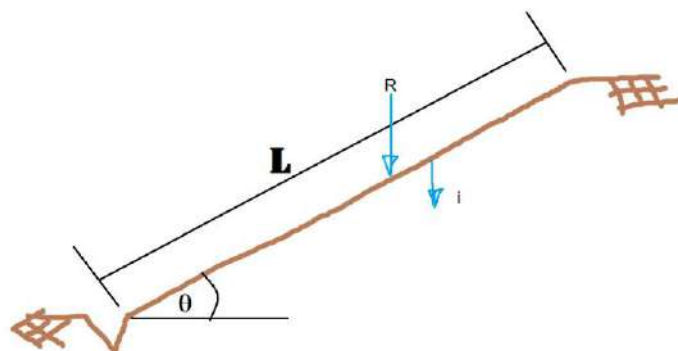
$$P = (0.54 \times 1,200 \times 500 \times 1600) / 10000$$

$$P = 518,400 \text{ ลบ.ม./ปี}$$

๓.๓ The hydraulic of overland flow on hill slope

การคำนวณ sheet flow (overland flow) การไหลบ่าผิวดินของน้ำจะมีความเร็วในการไหลบ่าซึ่งจะเป็นเหตุของการกัดเซาะหน้าดินในงานอนุรักษ์ดินและน้ำนั้นแนะนำให้ควบคุมความเร็วของน้ำไหลบ่าไว้ที่ ๑ เมตร/วินาที

ปริมาณการไหลบนพื้นที่ลาดชันต่อหน่วยความกว้าง ๑ เมตร



ภาพที่ ๑๓ ลักษณะการไหลบนพื้นที่ลาดชัน

$$Q_1 = CiA$$

$$A = 1 * L \cos \theta$$

$$Q_1 = \frac{Ci}{3.6 * 10^6} L \cos \theta$$

เมื่อ Q_1 คือ ปริมาณการไหลของ sheet flow ต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง (ลบ.ม./ม./วินาที)

i คือ ความเข้มฝน (มม./ชั่วโมง)

C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient)

L คือ ความยาวการไหล (เมตร)

θ คือ มุมลาด (องศา)

การคำนวณความเร็วการไหลในทางน้ำเปิดจากสมการแมนนิง

$$v = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{0.5}$$

เมื่อ v คือ ความเร็วการไหลของ sheet flow (เมตร/วินาที)

n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง (manning's n)

r คือ รัศมีชลศาสตร์ (A/P) (เมตร)

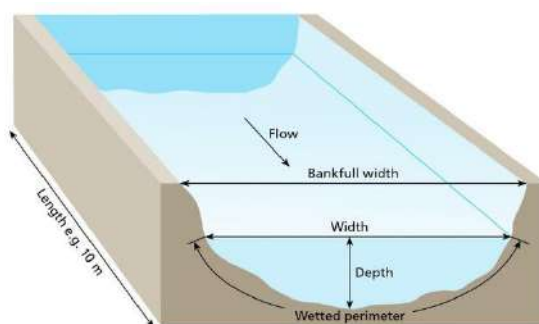
S คือ ความลาดชันผิวหน้าดิน (เมตร/เมตร)

$$r = \frac{A}{P}$$

เมื่อ r คือ รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

A คือ หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)

P คือ เส้นขอบเปียก (เมตร)



ภาพที่ ๑๔ แสดงหน้าตัดการไหล

ที่ความลึกการไหลน้อยๆ เมื่อเทียบกับความกว้างการไหล $P =$ ความกว้างการไหล

(B) $\rightarrow r = (Bd/B) = d$



ภาพที่ ๑๕ แสดงหน้าตัดการไหล

เมื่อ P คือ เส้นขอบเปียก (เมตร) r คือ รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

B คือ ความกว้างการไหล (เมตร) d คือ ความลึกการไหล (เมตร)

$$Q = vA, \text{ เมื่อ } B = ๑$$

$$r = d, A = d,$$

$$Q = \frac{1}{n} r^{5/3} (\sin \theta)^{0.5}$$

$$r^{2/3} = \frac{vn}{(\sin\theta)^{0.5}}$$

$$r = \left[\frac{vn}{(\sin\theta)^{0.5}} \right]^{1.5}$$

$$d = \left[\frac{vn}{(\tan\theta)^{0.5}} \right]^{1.5}$$

$$Q_1 = \frac{Ci}{3.6 * 10^6} L \cos\theta$$

$$= \frac{1}{n} \left\{ \left[\frac{vn}{(\tan\theta)^{0.5}} \right]^{1.5} \right\}^{5/3} (\sin\theta)^{0.5}$$

$$L = \frac{v^{2.5} n^{1.5}}{(\tan\theta)^{3/4}} * \frac{3.6 * 10^6}{Ci * \cos\theta}$$

ตารางที่ ๕ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง (manning's n)

พื้นผิว	ค่า manning's n
พื้นที่การเกษตร	
- Residue cover # ๒๐%	๐.๐๖
- Residue cover > ๒๐%	๐.๑๗
- Range (natural)	๐.๑๓
- Fallow (no residue)	๐.๐๕
- Bare soil	๐.๐๑

ที่มา: ดัดแปลง จาก FHWA-urban drainage design manual

ตัวอย่าง พื้นที่ออกแบบมีขนาด ๒๑.๓๙ ตารางกิโลเมตร ความยาวทางลาดจากสูงสุดถึงจุดต่ำสุด ๙๑ เมตร มีความลาดชันของพื้นที่ ๑๐% มีลักษณะผิวปกคลุมเป็นพื้นที่ว่าง (bare soil) ความเข้มฝนออกแบบเป็น ๔๕ มม./ชั่วโมง



ภาพที่ ๑๖ แสดงตัวอย่างของพื้นที่ออกแบบ

สมมติให้; ค่า $C = 0.8$, $n = 0.01$, ความลึกการไหลเท่ากับ $(R-I)$

อัตราการซึมลงที่ดินเท่ากับค่า $(1-C)*R \rightarrow i = 0.2R \rightarrow (R-i) = 110 \text{ มม./ชั่วโมง}$

$$\theta = 10\% = \tan^{-1}(10/100) = 5.71 \text{ องศา} = 0.1 \text{ rad}$$

ในการควบคุมความเร็วของน้ำในพื้นที่ลาดชันเพื่อไม่ให้เกิดการกัดเซาะหน้าดิน แนะนำให้มีความเร็วการไหลน้อยกว่า ๑ เมตร/วินาที กำหนด $v=0.5$ ดังนั้นจะต้องแบ่งการระบายน้ำเป็นส่วนๆทุกระยะลาด

$$L = \frac{v^{2.5} n^{1.5}}{(\tan \theta)^{3/4}} * \frac{3.6 * 10^6}{C_i * \cos \theta}$$

$$L = 33 \text{ เมตร}$$

$$Q_1 = \frac{C_i}{3.6 * 10^6} L \cos \theta = 1 \text{ ลิตร/ม./วินาที}$$

จากผลการคำนวณ สามารถวางแนวระบายน้ำได้ห่างกันแนวละ ๓๓ เมตร

๓.๔ การกำหนดค่าชลการะ

ชลการะ หมายถึง ปริมาณน้ำซึ่งส่งไปใน ๑ หน่วยเวลา ใช้ทำการชลประทานบน ๑ หน่วยเนื้อที่ได้ ค่าของชลการะมีได้ต่าง ๆ กัน สิ่งที่ทำให้ค่าของชลการะผันแปรหรือเปลี่ยนไปนั้น จะมีตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการคำนวณหาค่าชลการะคือ

๑. พืช
๒. ฤดูกาล
๓. ฝน
๔. ลักษณะเนื้อดิน
๕. วิธีจัดแปลงเพาะปลูก
๖. วิธีการส่งน้ำ
๗. ความชำนาญและความประหยัดของผู้ใช้น้ำ
๘. การรั่วซึมต่าง ๆ
๙. การควบคุมประสิทธิภาพของการชลประทาน

ความสำคัญของค่าชลการะ การกำหนดค่าชลการะคลาดเคลื่อนจะเกิดผลเสียคือ

๑. การกำหนดค่าชลการะน้อยไป ทำให้คลองส่งน้ำและอาคารชลประทานต่าง ๆ มีขนาดเล็กเกินไป เกษตรกรจะได้น้ำไม่เพียงพอ ทำให้เกิดกรณีพิพาทแบ่งน้ำกันขึ้น

๒. การกำหนดค่าชลการะสูงเกินไป ทำให้คลองส่งน้ำและอาคารชลประทานต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ สิ้นเปลืองน้ำและค่าก่อสร้างจะสูงกว่าที่จำเป็นจะต้องใช้

ดังนั้น ในการคำนวณค่าชลการะจะต้องพยายามเก็บข้อมูลต่าง ๆ ให้มากที่สุดเพื่อให้ค่าชลการะใกล้เคียงกับความต้องการ และได้ผลอย่างสมบูรณ์

ในการออกแบบ ค่าชลการะ (Water Duty) คือ ปริมาณน้ำที่จะต้องส่งไปใช้ในหนึ่งหน่วยเวลาสำหรับปลูกพืช ในเนื้อที่ จำนวนหนึ่งหน่วยพื้นที่ค่าชลการะอาจถือเรียกได้เป็น ๒ อย่าง คือ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- ถือเอาจำนวนเนื้อที่เป็นหลัก เช่น ๒,๐๐๐ ไร่/ลูกบาศก์เมตร/วินาที
- ถือเอาจำนวนน้ำเป็นหลัก เช่น ๐.๐๐๐๑๖๖ ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ไร่

ในการวางแผนออกแบบคลองชลประทานจำเป็นต้องทราบค่าชลการะนี้ เพื่อใช้เป็นหลักในการคำนวณหาปริมาณน้ำ ที่จะส่งไปตามคลองสายนั้นได้ซึ่งปริมาณน้ำใช้งานนี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนเนื้อที่ที่ควบคุมโดยคลองสายนั้นอีก ตัวอย่างการคำนวณค่าชลการะ โดยใช้สูตรของ L.J. Wen ด้วยการเพิ่มค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องเข้าไป คือ ค่า Application efficiency ค่า Conveyance efficiency และ ค่า Crop intensity จึงได้สูตร ดังนี้

เมื่อ q = Water Duty ลิตร/วินาที/ไร่

D_t = Water requirement in the transplanted rice field มิลลิเมตร/วัน

D_s = Water requirement for soaking the field มิลลิเมตร

N = Period of land preparation วัน

E_c = Conveyance efficiency

E_a = Application efficiency

C_i = Crop intensity factor = ๑.๐๐ for onfarm system

E = The base of natural logarithm = ๒.๗๑๘๒๘๒

ค่าชลประทานของโครงการ สำหรับพื้นที่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ไร่

ใช้ค่า D_t = ๕.๖๒ มิลลิเมตร/วัน

D_s = ๑๘๓.๒๐ มิลลิเมตร

N = ๓๐ วัน

E_c = ๘๕%

E_a = ๙๐%

C = ๑

$$q = \frac{1}{54 \times 0.90 \times 0.85} \times \frac{5.62 \times 1}{1 - (2.718282)^{-(5.62/183.20)30}}$$

q = ๐.๒๒๖ ลิตร/วินาที/ไร่

ค่าชลประทานของโครงการฯ สำหรับพื้นที่เกินกว่า ๑๕,๐๐๐ ไร่ ใช้ค่า

ใช้ค่า D_t = ๕.๖๒ มิลลิเมตร/วัน

D_s = ๑๘๓.๒๐ มิลลิเมตร

N = ๖๐ วัน

E_c = ๗๐%

E_a = ๘๐% i

C = ๐.๘๐

$$q = \frac{1}{54 \times 0.70 \times 0.80} \times \frac{5.62 \times 0.80}{1 - (2.718282)^{-(5.62/183.20)60}}$$

q = ๐.๑๗๗ ลิตร/วินาที/ไร่

ค่าชลประทานของพื้นที่ระหว่าง ๑,๐๐๐ ไร่ - ๑๕,๐๐๐ ไร่ กำหนดให้

$$Q_i = \frac{q_i A_i}{1,000} \dots\dots\dots(๑)$$

เมื่อ Q_i = ความต้องการปริมาณน้ำที่จุดใดๆ ลูกบาศก์เมตร/วินาที

q_i = ค่าชลประทานที่จุดใดๆ ลิตร/วินาที/ไร่

A_i = พื้นที่รับน้ำ ณ จุดใดๆ ไร่

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ความต้องการน้ำในพื้นที่ขนาดใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าความต้องการของพื้นที่ขนาดเล็กกว่า จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ดังนี้

$$Q_i = Q_t - Q_x (A_t - A_i) \dots\dots\dots(๒)$$

เมื่อ Q_t = ความต้องการปริมาณน้ำในพื้นที่ขนาดใหญ่ (คือ ๑๕,๐๐๐ ไร่) มีหน่วย ลูกบาศก์เมตร/วินาที

Q_x = ค่าของความต้องการน้ำต่อพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป

A_t = พื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ เท่ากับ ๑๕,๐๐๐ ไร่

จากสมการ (๒) จะได้

$$q = ๑.๗๓๕ \times ๑๐^{-๔} \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ไร่}$$

เพื่อหาค่าชลหาระ q_i ต่อพื้นที่ใด ๆ นั้น สมการ (๑) = สมการ (๒)

$$Q_t = A_t/A_i (๑,๐๐๐q_t - ๑,๐๐๐q_x) + ๑,๐๐๐q_x$$

$$= ๑๕,๐๐๐/A_i (๐.๑๗๗ - ๐.๑๗๓๕) + ๐.๑๗๓๕$$

$$Q_i = ๕๒.๕/A_i + ๐.๑๗๓๕ \dots\dots\dots (๓)$$

ความสัมพันธ์ในสมการ (๓) นี้สามารถนำไป Plot เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าชลหาระต่อพื้นที่ชลประทานใด (นายจิรศักดิ์ หล้าสาคร กรมชลประทาน)

การคำนวณหาปริมาณน้ำ เพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบส่งน้ำในแปลงไร่นา จะยังยึดเอาข้าวเป็นหลักในการคิด ถึงแม้ว่าการปลูกพืชไร่พืชสวน จะได้ผลตอบแทนสูงกว่าแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงคุ้นเคยกับการปลูกข้าวอยู่ เนื่องจากความต้องการน้ำ สูงสุดของข้าวเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลง ซึ่งแนวความคิดที่ว่าความต้องการน้ำ สูงสุดเกิดขึ้นในขณะเตรียมแปลง (เนาวรัตน์ บ้อมทอง ๒๕๒๖) ได้ให้แนวความคิดว่า

๑. การคำนวณหาปริมาณน้ำ เพื่อการออกแบบ ควรจะคิดจากปริมาณการใช้น้ำ สูงสุดของข้าวขณะเจริญเติบโตในช่วงแล้งที่สุด

๒. ความต้องการใช้น้ำ สูงสุดของข้าวในฤดูแล้งจะเป็นความลึกประมาณ ๑๐ เซนติเมตร ซึ่งได้มาจาก Evapotranspiration รวมกับ Deep Percolation

๓. เป้าหมายของการส่งน้ำ คือ การให้น้ำ แต่ละแปลงครั้งละ ๗๐ มิลลิเมตร เพื่อให้ข้าวใช้น้ำไปจนครบ ๑ สัปดาห์

๔. ถ้าต้องการ Soaking เพื่อไถครั้งแรกและเตรียมแปลงกล้าอาจให้น้ำเข้าแปลงนาเพียง ๑/๓ ของพื้นที่นาทั้งหมดจะได้น้ำ $๗๐ \times ๓ = ๒๑๐$ มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอสำหรับ Soaking และไถให้เสร็จในหนึ่งสัปดาห์ โดยสามารถไถครั้งแรกเสร็จใน ๓ สัปดาห์ ซึ่งกล้าจะโตพอที่ปักดำได้ในสัปดาห์ที่ ๔

๕. การปักดำ จะใช้วิธีการให้น้ำ เหมือนให้น้ำ เพื่อเตรียมไถ (Soaking) ไปจนเสร็จ

๖. ต้องกำหนดรอบเวรในการส่งน้ำ ให้แน่นอนแต่ในกรณีที่มีฝนตกก็สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ ที่จะส่งให้น้อยลงได้

จากแนวความคิดดังกล่าวสามารถคำนวณเป็นค่าชลหาระในแปลงไร่นาได้ดังนี้

๑. ข้าวต้องการน้ำ สูงสุด ๑๐ มิลลิเมตร/วัน เท่ากับ ๐.๐๑ เมตร/วัน

๒. พื้นที่ส่งน้ำ ๑ ไร่ เท่ากับ ๑,๖๐๐ ตารางเมตร

๓. พื้นที่ ๑ ไร่ ต้องการน้ำ เท่ากับ $๑,๖๐๐ \times ๐.๐๑$ เท่ากับ ๑๖ ลูกบาศก์เมตร/วัน

๔. ถ้า Conveyance efficiency เท่ากับ ๐.๘๐ ต้องการน้ำ เท่ากับ $๑๖/๐.๘๐$ เท่ากับ ๒๐ ลูกบาศก์เมตร/วัน

๕. เป็นค่าชลหาระในแปลงไร่นา (Water Duty)

$$= ๒๐/๒๔ \times ๖๐ \times ๖๐$$

$$= ๐.๐๐๐๒๓ \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

$$= 0.23 \text{ ลิตร/วินาที/ไร่}$$

จากแนวความคิดดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนออกแบบระบบชลประทานในแปลงนามีความเห็นว่าเป็นปริมาณน้ำ สูงสุดที่จะมากำหนดขนาดคูส่งน้ำ นั้นจะต้องพิจารณาทั้งกรณีความต้องการใช้น้ำ สูงสุดในระยะที่พืชใช้น้ำ เพื่อการเจริญเติบโตและความต้องการใช้น้ำ เพื่อการเตรียมแปลง ซึ่งใช้ปริมาณน้ำมากกว่าแต่เป็นระยะสั้น ๆ เพียง ๒๐ - ๓๐ วัน เท่านั้น จึงสรุปได้ว่าค่าชลการะ ๐.๒๓ ลิตร/วินาที/ไร่ เป็นค่าที่เหมาะสมในการนำมาใช้คำนวณออกแบบระบบชลประทานในแปลงไร่นา (เนาวรัตน์ ป้อมทอง ๒๕๒๖)

๓.๕ การคำนวณความต้องการน้ำ

โครงการชลประทานนอกจากการส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกแล้ว ยังต้องสนับสนุนการ อุปโภค บริโภคเป็นอันดับแรก นอกจากนี้ยังต้องสนับสนุนความต้องการน้ำเพื่อการปศุสัตว์ด้วย ซึ่งสามารถหาความต้องการน้ำในส่วนนี้ได้ดังนี้

๑. น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคเป็นปริมาณน้ำกินน้ำใช้ของคน สำหรับท้องถื่นที่ขาด แคลนน้ำ จะใช้ปริมาณน้ำในอัตรา ๖๐ ลิตร/คน/วัน แต่สำหรับพื้นที่ชุมชนความต้องการน้ำจะสูง ประมาณ ๑๐๐ - ๑๕๐ ลิตร/คน/วัน

๒. น้ำเพื่อการเลี้ยงสัตว์เป็นปริมาณน้ำกินน้ำใช้ของการเลี้ยงสัตว์โดยอัตราการใช้น้ำ ของสัตว์แต่ละชนิดมีดังนี้

- วัว - ควาย อัตราการใช้น้ำ ๕๐ ลิตร/ตัว/วัน
- หมู อัตราการใช้น้ำ ๒๐ ลิตร/ตัว/วัน
- เป็ด - ไก่อัตราการใช้น้ำ ๐.๑๕ ลิตร/ตัว/วัน

๓.๕.๑ ความต้องการน้ำรวมโดยวิธีประมาณ

ความต้องการน้ำทั้งหมดของโครงการ (พื้นที่) สามารถหาอย่างรวดเร็วเพื่อทราบ ความต้องการน้ำโดยประมาณซึ่งเหมาะสมในการใช้งานเพื่อการวางแผนก่อนฤดูการเพาะปลูก ซึ่งยังไม่มีข้อมูลที่สมบูรณ์วิธีการนี้หาความต้องการน้ำโดยประเมินความต้องการน้ำเท่ากัน ทั้งฤดูกาลวิธีการมาตรฐานคือการหาค่าชลการะหรือการทำความต้องการน้ำเป็นปริมาณต่อพื้นที่ คือ ๐.๑๖ ลิตร/วินาที/ไร่ (หรือ ๑๓.๘ ลูกบาศก์เมตร/วัน/ไร่) ซึ่งประเมินจากความต้องการน้ำ ๘.๖ มิลลิเมตร/วัน อนึ่งหากความต้องการน้ำมีค่า ๔.๓ มิลลิเมตร/วัน ความต้องการต่อหน่วยพื้นที่จะเป็น ๐.๐๘ ลิตร/วินาที/ไร่ (หรือ ๖.๙ ลูกบาศก์เมตร/วัน/ไร่)

ตารางที่ ๖ การแปลงหน่วยความต้องการน้ำ

มม./วัน	ลิตร/วินาที/ไร่	ม ³ /วัน / ไร่
2	0.037	3.2
3	0.056	4.8
4	0.074	6.4
5	0.093	8
6	0.111	9.6
7	0.130	11.2
8	0.148	12.8
9	0.167	14.4
10	0.185	16
12	0.222	19.2
14	0.259	22.4
16	0.296	25.6
18	0.333	28.8
20	0.370	32

อย่างไรก็ดีการประเมินความต้องการน้ำต้องทำด้วยความระมัดระวัง ทั้งนี้เพราะความต้องการน้ำยังขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและฤดูกาลด้วยซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ ๗ ความต้องการน้ำ

การเพาะปลูก	ความต้องการน้ำ(ลิตร/วินาที/ไร่)	ความต้องการ (ลบ.ม./วัน/ไร่)
พืชไร่ฤดูฝน	0.08	6.9
พืชไร่ฤดูแล้ง	0.16	13.8
ข้าว	0.24	20.6

ทั้งนี้เราสามารถประเมินความต้องการน้ำของทั้งโครงการโดยคูณค่าความต้องการน้ำกับ ขนาดพื้นที่โดยใช้สูตร

ความต้องการน้ำของโครงการ = พื้นที่ (ไร่) × ค่าชลภาวะ (ลูกบาศก์เมตร/วัน/ไร่)

ตัวอย่าง สมมุติพื้นที่ตอนส่งน้ำแห่งหนึ่งซึ่งปลูกพืชหลายชนิดมีขนาด ๓๐๐ ไร่ โดยประเมินค่าชลภาวะเท่ากับ ๑๓.๘ ลูกบาศก์เมตร/วัน ดังนั้นความต้องการน้ำของโครงการ = ๓๐๐ × ๑๓.๘ = ๔๑๔๐ ลูกบาศก์เมตร/วัน

๓.๕.๒ ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพืช (Crop Irrigation Demand)

เนื่องจาก ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช ไม่ใช่ปริมาณน้ำที่โครงการชลประทานจะต้องจัดส่งให้แก่แปลงเพาะปลูก ทั้งนี้เนื่องจากมีอิทธิพลจากปัจจัยอื่นอีก ๓ ประการ มีผลต่อการส่งน้ำเพื่อการชลประทาน ได้แก่ การได้น้ำเพิ่มเติมเนื่องจากฝนตกลงในพื้นที่เพาะปลูก การสูญเสียน้ำเนื่องจากการซึมออกนอกเขตรากพืช และประสิทธิภาพการชลประทาน ดังนั้น สมการการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้แก่ระบบชลประทานจึงเป็นดังนี้

$$\text{IrrDem} = \frac{(\text{ETc} - \text{EffRn} + \text{Pr})}{\text{IrrEff}}$$

เมื่อ IrrDem คือ อัตราความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพืช (มิลลิเมตร/วัน)

ETc คือ อัตราการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตร/วัน)

EffRn คือ ฝนใช้การ (Effective Rainfall หน่วยเป็น มิลลิเมตร/วัน)

Pr คือ อัตราการซึมลงสู่ใต้ดิน (Percolation หน่วยเป็น มิลลิเมตร/วัน)

IrrEff คือ ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency/ไม่มีหน่วย)

ตารางที่ ๘ อายุ และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ชนิดของพืช		ระยะการเจริญเติบโตของพืช (วัน)						รวม (วัน)
		เตรียมแปลง	ตั้งตัว	เจริญเติบโต	ออกดอก	สร้างผล	แก่	
กาแฟ	อายุ (วัน)	0	50	50	100	100	65	365
	Lp/Kc	0	1	1	1	1	1	
ข้าวนาปรัง	อายุ (วัน)	30	10	20	15	20	45	110
	Lp/Kc	200	1	1	0.9	1.19	1.16	
ข้าวนาปี	อายุ (วัน)	30	10	20	15	20	45	110
	Lp/Kc	200	1	1	0.9	1.19	1.16	
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	อายุ (วัน)	0	7	21	14	35	21	98
	Lp/Kc	0	0.63	0.903	1.435	1.54	0.907	
ถั่วเขียว	อายุ (วัน)	0	10	20	7	14	10	61
	Lp/Kc	0	0.667	1.205	1.254	0.818	0.39	
ถั่วลิสง	อายุ (วัน)	0	14	21	28	28	14	105
	Lp/Kc	0	0.635	0.877	1.0175	0.81	0.505	
ถั่วเหลือง	อายุ (วัน)	0	14	21	28	21	14	98
	Lp/Kc	0	0.59	0.94	1.24	0.92	0.65	
ปาล์มน้ำมัน	อายุ (วัน)	0	50	50	100	100	65	365
	Lp/Kc	0	1	1	1	1	1	
ลำไย	อายุ (วัน)	0	50	50	100	100	65	365
	Lp/Kc	0	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	
อ้อยโรงงาน	อายุ (วัน)	15	30	90	90	60	30	300
	Lp/Kc	100	0.65	1.113	1.35	0.78	0.52	

หมายเหตุ Lp คือ การเตรียมแปลง หน่วยเป็น มิลลิเมตร

Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

๓.๖ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการวางแผนออกแบบคลองระบายน้ำ

๓.๖.๑ คลองดิน คือ ทางน้ำเปิดซึ่งขุดหรือเปิดขึ้นในเนื้อดิน ไม่ว่าจะเป็นดินเดิมหรือดินที่ถมขึ้นใหม่ก็ตาม ให้เป็นรูปร่างหน้าตัดตามความต้องการ

แนวทางการออกแบบจะคำนวณสัดส่วนของคลองโดยใช้สูตรของเชสซี (Chezy's Formular) ซึ่งมีรูปสูตรดังนี้

$$V = C \sqrt{RS}$$

และจาก $Q = AV$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตารางเมตร)

V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)

C = สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ

R = ค่า Hydraulic Radius

$$= A / P \text{ (ม.)}$$

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)

S = ส่วนลาดเทของก้นคลองในค่าของ Tangent

คลองดินส่วนใหญ่จะใช้หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยให้ค่าความลาดด้านข้าง (S.S.) เปลี่ยนไปตามสภาพของดินที่ใช้ทำตัวคลอง ในปัจจุบันการก่อสร้างคลองดินส่วนใหญ่จะใช้เป็นคลองระบายน้ำ เนื่องจากการใช้คลองดินเป็นคลองส่งน้ำจะมีปัญหาด้านการบำรุงรักษามาก

ตารางที่ ๙ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's n) สำหรับชนิดของพื้นที่ผิวทางน้ำชนิดต่างๆ

ชนิดของผิวทางน้ำ	สภาพ			
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	เลว
คลองส่งน้ำและคูน้ำ				
คลองดินที่มีแนวตรงและรูปตัดสม่ำเสมอ	0.017	0.020	0.0225*	0.025
คลองที่ลาดตลิ่งเป็นดินปนกรวดปนหิน	0.028	0.030	0.033	0.035
คลองดินที่กั้นคลองมีดินปนกรวด ตลิ่งมีหญ้าขึ้น	0.025	0.030	0.035	0.040
คลองที่ขุดผ่านหินและตักแต่งผิวเรียบ	0.025	0.030	0.033*	0.035
คลองขุดผ่านหินขรุขระและรูปตัดไม่สม่ำเสมอ	0.035	0.040	0.045	-
คลองดินที่คดเคี้ยวมาก	0.0225	0.025*	0.0275	0.030
คลองตาดคอนกรีต	0.012	0.014*	0.016	0.018
รางน้ำหรือสะพานน้ำ				
คอนกรีตผิวเรียบ	0.012	0.014*	0.016*	0.018
ไม้ผิวขัดเรียบ	0.010	0.012*	0.013	0.014
ไม้ผิวไม่เรียบ	0.011	0.013*	0.014	0.015
โลหะรูปครึ่งวงกลมผิวเรียบ	0.011	0.012	0.013	0.015
โลหะรูปครึ่งวงกลมผิวเป็นลอน	0.0225	0.025	0.0275	0.030
ท่อชนิดต่างๆ				
เหล็กหล่อไม่ฉาบผิว	0.012	0.013	0.014	0.015
เหล็กหล่อฉาบผิวเรียบ	0.011	0.012*	0.013*	-
เหล็กด้าไม่ฉาบผิว	0.012	0.013	0.014	0.015
เหล็กด้าฉาบสังกะสี	0.013	0.014	0.015	0.017
ทองเหลืองผิวเรียบ หรือหลอดแก้ว	0.009	0.010	0.011	0.013
ดินเผาใช้ทำท่อน้ำโสโครก	0.011	0.012	0.014	0.017
อิฐก่อใช้เป็นท่อน้ำโสโครก	0.012	0.013	0.015	0.017
คอนกรีต	0.012	0.013	0.015*	0.016
ไม้	0.010	0.011	0.012	0.013

ที่มา: การวางแผนและออกแบบระบบส่งน้ำชลประทาน คณะจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, ๒๕๔๖.หมายเหตุ: * เป็นค่าที่แนะนำให้ใช้ในการออกแบบทางน้ำ

๓.๖.๒ คลองตาด

คลองตาด คือ คลองส่งน้ำที่เสริมคลองส่วนที่สัมผัสกับน้ำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ที่นิยมใช้กันคือการตาดผิวคลองด้วยคอนกรีต เพราะมีความแข็งแรง และก่อสร้างได้ง่าย ซึ่งจะช่วยลดการรั่วซึมผ่านตัวคลองส่งน้ำ ลดการพังทลายของลาดด้านข้างคลองส่งน้ำ ป้องกันวัชพืชและลดขนาดของตัวคลองลง ทำให้ประหยัดพื้นที่สำหรับการก่อสร้างด้วย

การคำนวณหาขนาดคลองส่งน้ำในปัจจุบันของกรมชลประทาน ในกรณีที่การไหลเป็นแบบ Uniform flow จะใช้สูตร Manning's Formula คือ

$$Q_{\text{design}} = AV$$

เมื่อ Q_{design} = ปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของน้ำที่ไหลในคลองระบาย (ตารางเมตร)

V = ความเร็วของน้ำในคลองระบาย (เมตร/วินาที)

V จะหาได้จากสูตร Manning's Formula ดังนี้

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

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (กำหนดได้ตามสภาพพื้นที่ผิวคลอง)

= ๐.๐๑๘ (สำหรับคลองตาดคอนกรีต)

R = ค่า Hydraulic Radius

$$= A / P \text{ (เมตร)}$$

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)

S = ความลาดชันของท้องคลอง

สำหรับคลองส่งน้ำที่จัดทำเป็นมาตรฐาน จะเป็นคลองส่งน้ำที่ใช้สำหรับโครงการชลประทานขนาดเล็กและขนาดกลาง แนวคลองจะผ่านพื้นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ มีโอกาสที่จะเป็นคลองล่อยค่อนข้างมาก ที่ดินตามแนวคลองจะมีมูลค่าค่อนข้างสูง และคุณภาพของดินที่จะใช้เป็นตัวคลองก็ไม่แน่นอน จึงเลือกกำหนดเป็นคลองตาดคอนกรีตไปทั้งหมด

การคำนวณหาขนาดคลองช่วงต่างๆ จะพิจารณาจากความต้องการน้ำชลประทานของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งคำนวณได้จากค่าชลภาระโดยเริ่มจากคำนวณหา ความต้องการน้ำของคลองช่วงสุดท้ายก่อน แล้วจึงคำนวณหาความต้องการน้ำของช่วงคลองเหนือขึ้นไปจนถึงแหล่งน้ำ ขนาดคลองของคลองช่วงใดๆจะหาได้จากสมการ

เมื่อ Q_i = ขนาดคลองช่วงที่ i (ลิตร/วินาที)

$$WD = \text{ค่าชลภาระ (Water Duty) (ลิตร/วินาที/ไร่)} \quad Q_i = \sum_{i=N}^1 WD \times A_i$$

A_i = พื้นที่เพาะปลูกของคลองช่วงที่ i

I = ความรุนแรงของน้ำฝนมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง

A = พื้นที่ของบริเวณรับน้ำมีหน่วยเป็นเฮกตาร์

$$\begin{aligned}\text{อัตราน้ำไหลป่าคว} &= (0.35 \times 45 \times 1672) / (360 \times 6.25) \\ &= 73.21 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}\end{aligned}$$

๓.๘ แผนงานและขอบเขตงานออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้านวิศวกรรมเพื่อการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาของพื้นที่ ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วยข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันครอบคลุมประเด็นปัญหาของสภาพพื้นที่อย่างแท้จริง ได้แก่ ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน ระดับการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน ทรัพยากรน้ำ สภาพภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันในด้านกายภาพ ด้านเศรษฐกิจ และสังคม ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และการรับฟังความคิดเห็นของหน่วยงานในระดับพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์และออกแบบงาน เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้มีประสิทธิภาพถูกต้องเหมาะสม และให้ได้เครื่องมือในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน เพื่อลดอัตราการชะล้างพังทลายและกัดเซาะหน้าดิน และการตกตะกอนดิน อันเป็นผลมาจากการใช้ที่ดินไม่เหมาะสมบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองวังยาง อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี เกษตรกรและชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้ครอบคลุมการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ในทุกมิติ บนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและชุมชน ประกอบด้วย

๓.๘.๑ แผนงานปกป้องแหล่งน้ำชลประทานจากการตกตะกอน

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่สาขานี้ ปัจจุบันประสบปัญหากับความแห้งแล้งมากขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำที่กักเก็บในส่วนต้นน้ำค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะต้องใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าว ต้องหาแหล่งน้ำสำรองเพิ่มเติม โดยการระดมทุนและร่วมแรงกันภายในชุมชนเพื่อขุดบ่อน้ำเพิ่ม ดังนั้นต้องหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยแบ่งเป็น ๒ แผนงานย่อย ดังต่อไปนี้

๓.๘.๑.๑ ลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร โดยการจัดทำฝายต้นน้ำลำธาร ฝายชะลอน้ำ (check dam, weir) โดยการสร้างในพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก เพื่อขวางกั้นทางเดินของลำน้ำ ปกติมักจะกั้นห้วยลำธารขนาดเล็กในบริเวณที่เป็นต้นน้ำหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงทำให้ต้นน้ำไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ และหากช่วงที่น้ำไหลแรงก็สามารถชะลอการไหลของน้ำให้ช้าลง และกักเก็บตะกอนไม่ให้ไหลลงไปในบริเวณลุ่มน้ำตอนล่าง ป้องกันไม่ให้ร่องน้ำตื้นเขิน ช่วยกักเก็บน้ำและแผ่กระจายความชุ่มชื้นออกไปให้กว้างขวางอันจะช่วยฟื้นฟูสภาพป่าในบริเวณที่สูงให้สมบูรณ์ขึ้น จึงเป็นการสร้างความชุ่มชื้นให้กับพื้นที่ในระยะยาว นับเป็นวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ดีมาก

๓.๘.๑.๒ ลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรกรรมเหนืออ่างเก็บน้ำ ด้วยการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับชนิดพืชที่ปลูก และสภาพพื้นที่นั้น ๆ ได้แก่ การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ (contour cultivation) การยกทรงตามแนวระดับ (ridging) การสร้างคันดิน (terrace, bench terrace) คันดินเบนน้ำ (division terrace) แนวหญ้าแฝกทางลำเลียง (farm road) คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch) ทางระบายน้ำ (waterways) ฝายชะลอน้ำ (check dam, weir) บ่อตกตะกอน (pond) การไถพรวนดินล่าง (sub soiling) การปรับระดับ และปรับปรุงแปลงนา

ทั้งนี้การลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร และในพื้นที่เกษตรกรรมเหนืออ่างเก็บน้ำที่จะดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๖๗ ถึงปี พ.ศ. ๒๕๖๙ นั้น ต้องสามารถลดปริมาณตะกอนดินที่จะเคลื่อนไปสู่แหล่งน้ำ โดยศึกษาจากความชุ่มชื้นของน้ำในแหล่งน้ำในช่วงฤดูฝนลดลงอย่างน้อยร้อยละ ๓๐ จากปีฐาน

๓.๘.๒ แผนงานเพิ่มพูนศักยภาพการกักเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน

จากการเข้าไปสำรวจสภาพพื้นที่เบื้องต้น พบว่าแหล่งน้ำหลายแห่งแห้ง เนื่องจากมีสภาพดินแข็ง ดังนั้นจึงต้องหาแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าว ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๖๗ ถึง ปี พ.ศ. ๒๕๖๙ ด้วยการแบ่งเป็น ๒ แผนงานย่อย ดังนี้

๓.๘.๒.๑ งานพัฒนาแหล่งน้ำสาธารณะต้นเขิน ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้เพียงพอกับการใช้ในพื้นที่เกษตรกรรม ดังนั้นจึงต้องมีการขุดลอกแหล่งน้ำเพื่อเพิ่มความจุในการเก็บน้ำ ขุดลอกลำน้ำสาขาที่เป็นแหล่งน้ำนำไปสู่พื้นที่เกษตรกรรม การฟื้นฟูระบบเหมืองฝายเดิมที่เคยกักเก็บน้ำได้

๓.๘.๒.๒ งานพัฒนาแหล่งน้ำในไร่นา ต้องมีการจัดทำระบบกระจายน้ำ ขุดลอกคลองซอยต่าง ๆ เพื่อให้ส่งน้ำได้สะดวก ส่งน้ำให้พืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอต่อความต้องการ ระบบสูบน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์ ทำธนาคารน้ำใต้ดิน ธนาคารน้ำเพื่อชุมชน เพื่อเป็นทางเลือกหรือสำรองน้ำไว้ใช้ ให้เพียงพอกับการผลิตพืชอาหาร เช่น ข้าว

๘.๓.๓ แผนงานลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรน้ำฝน

ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. ๒๕๖๗ ถึง ปี พ.ศ. ๒๕๖๙ การจัดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้เหมาะสมกับสมบัติของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพภูมิประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่อย่างเหมาะสม เพื่อให้ดินในพื้นที่ทำการเกษตรที่อาศัยน้ำฝนยังคงความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมกับการทำการเกษตรในการปลูกพืชแต่ละชนิด โดยวัดจากปริมาณตะกอนที่สะสมในบ่อตกตะกอนที่ลดลงไปในแต่ละปี ร้อยละ ๒๐ ทำให้มีปริมาณน้ำไหลลงในแหล่งน้ำมากยิ่งขึ้น เท่ากับว่าเกษตรกรรมมีปริมาณน้ำใช้เพื่อการเกษตรกรรมมากยิ่งขึ้น การจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมตามความลาดชันของพื้นที่ที่สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

๘.๓.๓.๑ พื้นที่ป่าไม้ตามกฎหมาย ให้คำแนะนำในการนำมาตรการโดยให้หน่วยงานเจ้าของพื้นที่นำไปดำเนินงาน ได้แก่ พื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ ปลูกแฝก ฝายชะลอน้ำ การปรับปรุงลำน้ำ

๘.๓.๓.๒ พื้นที่เกษตรกรรมมีความลาดชันน้อยกว่า ๒ เปอร์เซ็นต์ มาตรการที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ คือ การพรวนดินล่าง การจัดรูปแปลงทางลำเลียง (farm road) มาตรการปรับปรุงบำรุงดิน อ่างเก็บน้ำ สระเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ การปรับปรุงลำน้ำ คลองส่งน้ำ ระบบส่งน้ำด้วยท่อ ระบบให้น้ำแบบ micro irrigation

๘.๓.๓.๓ พื้นที่เกษตรกรรมมีความลาดชันน้อยกว่า ๒-๓๕ เปอร์เซ็นต์ มาตรการที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ คือ การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ (contour cultivation) การยกร่องตามแนวระดับ (ridging) การสร้างคันดิน (terrace, bench terrace) คันดินเบนน้ำ (diversion terrace) แนวหญ้าแฝกทางลำเลียง (farm road) คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditch) ทางระบายน้ำ (waterways) ฝายชะลอน้ำ (check dam, weir) บ่อตกตะกอน (pond) มาตรการปรับปรุงบำรุงดินอ่างเก็บน้ำ สระเก็บน้ำ ฝายทดน้ำ การปรับปรุงลำน้ำ คลองส่งน้ำ ระบบส่งน้ำด้วยท่อ และระบบให้น้ำแบบ micro irrigation บ่อตกตะกอน (pond) มาตรการปรับปรุงบำรุงดิน

๓.๙ รูปแบบของคันดิน

การออกแบบและการสร้างคันดินกั้นน้ำ (Design and Construction of Banks) ที่ทำให้พื้นที่ของโครงการและพัฒนาที่ดินภาคตะวันออก มีอยู่หลายประเภทด้วยกันคือ

๑. คันดินแบบระดับที่มีสันแหลม และปิดหัวปิดท้าย หรือปิดข้างเดียว
๒. คันดินลตระดับ
๓. คันดินเบนน้ำ

การสร้างคันดินต่างๆ เหล่านี้มีลักษณะการสร้างคล้ายๆ กันเพราะสร้างด้วยรถตีนตะขาบ ดี๔ หรือ ดี๖ เป็นเพียงขนาดที่ต่างกันเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าจะทำคันดินเบนน้ำ ก็ทำคันดินใหญ่กว่าธรรมดา โดยจะใช้ใบมีดของรถตีนตะขาบตักดินขึ้นประมาณ ๓ - ๔ ครั้ง การออกแบบและการสร้างคันดินที่ดีต้องมีลักษณะต่างๆ ไปดังนี้

๑. ร่องน้ำจะต้องมีความจุพอที่จะรับน้ำไหลบ่าทั้งหมดจากพื้นที่ข้างบนได้
๒. คันดินจะต้องมีขนาดและความสูงพอที่จะไม่ให้น้ำล้นข้ามคันไปได้
๓. ทางน้ำล้นจะต้องมีขนาด และต้องสร้างให้ดีพอที่จะไม่เสียหายได้ถ้า น้ำล้นออกไป

คุณสมบัติโดยเฉพาะของร่องน้ำ (Channel Specifications)

พื้นที่หน้าตัดของร่องน้ำในคันดินขึ้นอยู่กับน้ำไหลบ่าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นสูงสุด และความเร็วสูงสุดของน้ำไหลบ่าที่จะไหลได้ในร่องน้ำ หาได้จากสูตร

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$Q = \frac{Ci A}{360}$$

ก. หาค่า Q ได้จากสูตร

ข. เลือกค่า v ที่เหมาะสมจากชนิดของดิน

$$A = \frac{q}{v}$$

ค. คำนวณค่า

ง. เมื่อสามารถหาพื้นที่หน้าตัด (A) ก็การหาความลึกและความกว้างของร่องน้ำที่เหมาะสมได้ จะเป็นตัวเลขแสดงความกว้างของร่องน้ำ ซึ่งพอเหมาะกับการใช้กับความกว้างของใบมีดรถ ดี๔ (โดยปกติแล้วในโครงการจัดและพัฒนาที่ดินภาคเหนือ ความกว้างของร่องน้ำ อยู่ระหว่าง ๓.๐- ๓.๕ ม.)

เมื่อหาความลึกของร่องน้ำได้แล้ว ก็ยังสามารถหารัศมีของน้ำ (R) (Hydraulic radius) ในร่องน้ำได้อีกด้วย และค่าของ R นี้ก็จะช่วยในการที่จะหาความลาดเทของร่องน้ำก็เอาไปแทนค่าในสูตรของแมนนิง (Manning's formula) ได้อีกด้วย

ระยะห่างของคันดิน (Bank Spacing)

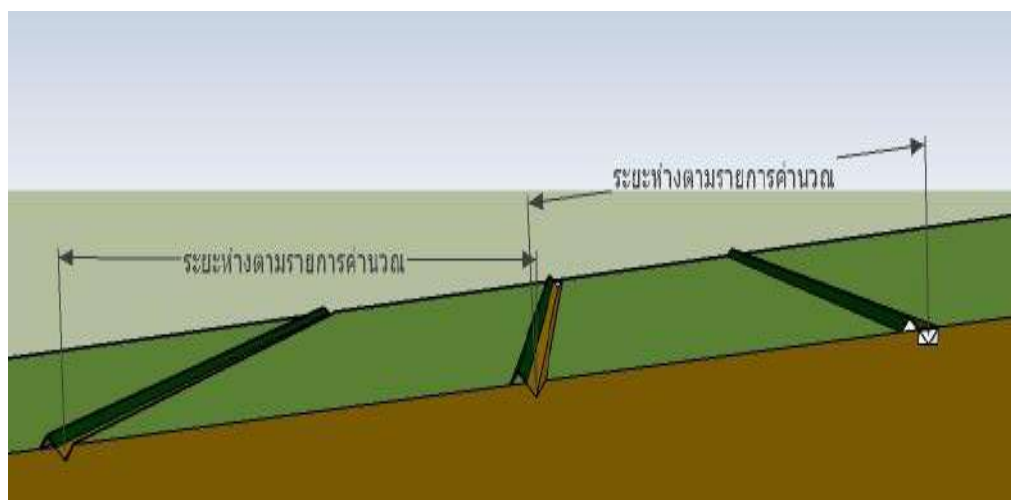
จุดประสงค์ที่สำคัญของการกระยะห่างระหว่างคันดินในพื้นที่การเกษตร ก็คือป้องกันมิให้เกิดการชะล้างแบบเป็นริ้วในระหว่างคันดิน ซึ่งการที่จะเกิดนี้ขึ้นอยู่กับ

- ความถี่และลักษณะของฝนที่จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลาย
- ความชันของความลาดเท
- ดินง่ายต่อการชะล้างหรือไม่
- มีการชะล้างปรากฏอยู่มากน้อยเท่าไร
- การใช้ประโยชน์ที่ดินและวิธีการจัดการเป็นอย่างไร

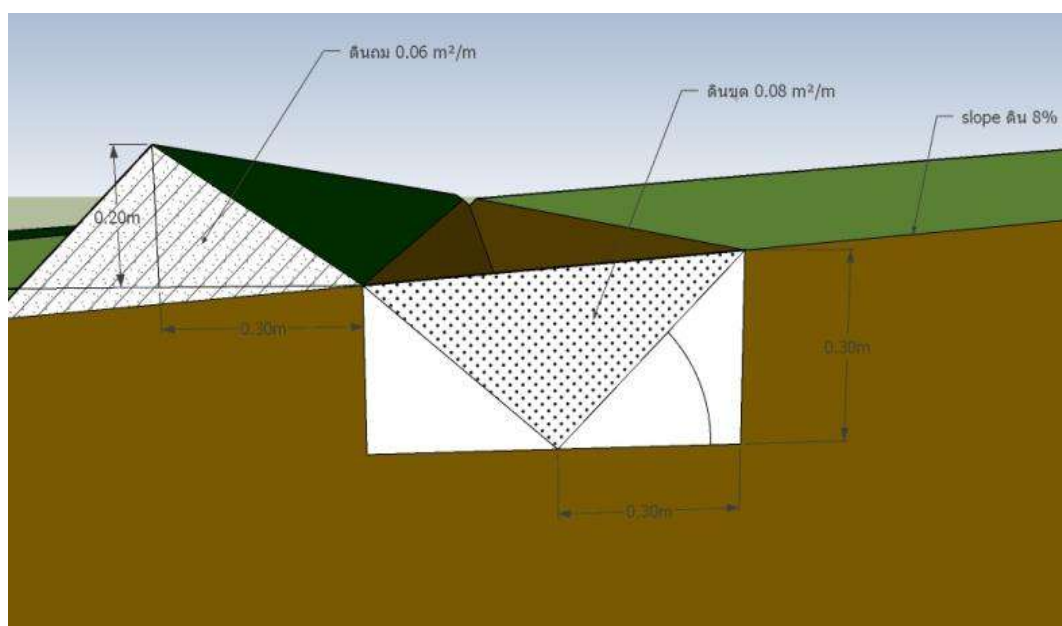
ระยะห่างของคันดินคำนวณได้ด้วยสูตร $VI = \frac{S}{2} + 2$ (ฟุต)

เนื่องจากการระบายน้ำในพื้นที่ลาดจุดประสงค์เพื่อลดความยาวของการไหลให้สั้นลงเพื่อให้ความเร็วของน้ำต่ำกว่าค่าที่กำหนดเพื่อไม่ให้เกิดการกัดเซาะจากการไหลบ่าของน้ำผิวดิน จึงได้จัดทำเป็นร่องระบายน้ำและคันดินขึ้นโดยสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่คือ

๑. ร่องและคัน (ditch and dike) เป็นการขุดร่องระบายน้ำและนำดินที่ได้จากการขุดมาทำเป็นคันดิน โดยขนาดของร่องน้ำจะต้องเพียงพอสำหรับการระบายน้ำจากพื้นที่ โดยการขุดร่องระบายน้ำจะต้องคำนึงถึงเสถียรภาพความลาดของดินด้วย โดยหน้าตัดที่นิยมใช้จะมี ๓ แบบคือ ๑) หน้าตัดแบบสามเหลี่ยม ๒) หน้าตัดแบบสี่เหลี่ยมมุมฉาก ๓) หน้าตัดแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งสามารถเลือกใช้ตามสภาพของพื้นที่ โดยดินได้จากการขุดร่องก็สามารถใช้ในการถมคันซึ่งรูปแบบของคันดินก็สามารถเลือกใช้ตามความต้องการของเจ้าของแปลง คุณสมบัติของดิน โดย เพื่อให้ง่ายแก่ความเข้าใจสามารถอธิบายเพื่อเป็นตัวอย่างด้วยรูปทั่วไปตามภาพ



ภาพที่ ๑๘ แสดงตัวอย่างออกแบบคันดิน



ภาพที่ ๑๙ แสดงตัวอย่างออกแบบคันดิน

๓.๑๐ มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทางวิศวกรรมที่ใช้ในปัจจุบันของกรมพัฒนาที่ดิน

ในรูปของแบบมาตรฐานมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันโดยปรากฏในรายงานประจำปีของกรมพัฒนาที่ดินที่เรียกว่า “คันดินมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน” นั้น โดยกลุ่มงบประมาณกองคลังได้ระบุราคาเป็นราคาต่อหน่วยตามราคาน้ำมันไว้ดังนี้

ตารางที่ ๑๐ ราคางานระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี ๒๕๖๑

ราคางานระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี ๒๕๖๑					
ชนิด ปริมาณ และราคาของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ					
ลำดับที่	ชนิด	ปริมาณงาน	ราคาต่อหน่วย (น้ำมัน ๓๔-๓๔.๙๙ บาท/ลิตร)		หมายเหตุ
			ทำเอง	จ้างเหมา	
๑	คันดินแบบที่ ๑	๒.๔ ม ^๓ / ม.	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ดินซุดโดยใช้เครื่องจักรกล
๒	คันดินแบบที่ ๒	๑.๒ ม ^๓ / ม.	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ดินซุดโดยใช้เครื่องจักรกล
๓	คันดินแบบที่ ๓	๑.๕ ม ^๓ / ม.	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ดินซุดโดยใช้เครื่องจักรกล
๔	คันดินแบบที่ ๔	๐.๖ ม ^๓ / ม.	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ดินซุดโดยใช้เครื่องจักรกล
๕	คันดินแบบที่ ๕	๐.๓ ม ^๓ / ม.	๒๑๘.๘๐		ดินซุดโดยใช้แรงคน
๖	คันดินแบบที่ ๖	๐.๒ ม ^๓ / ม.	๒๑๘.๘๐		ดินซุดโดยใช้แรงคน
๘	ปรับปรุงแปลงนา ลักษณะที่ ๑	ขึ้นอยู่กับปริมาตร ดินซุดตามขนาด กว้าง ยาว และลึก	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ราคางานคิดตาม ปริมาณดินซุดโดย เครื่องจักรกล

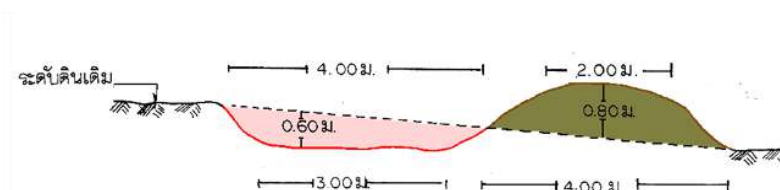
๙	ปรับปรุงแปลงนา ลักษณะที่ ๒	ขึ้นอยู่กับปริมาตร ดินขุดตามขนาด กว้าง ยาว และลึก	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ราคางานคิดตาม ปริมาณดินขุดโดย เครื่องจักรกล
๑๐	ปรับปรุงแปลงนา ลักษณะที่ ๓	ขึ้นอยู่กับปริมาตร ดินขุดตามขนาด กว้าง ยาว และลึก	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ราคางานคิดตาม ปริมาณดินขุดโดย เครื่องจักรกล
๑๑	บ่อดักตะกอนดิน	ขึ้นอยู่กับปริมาณ ดินตามแบบ (เฉพาะจุด)	๒๕.๓๗	๔๔.๒๔ บาท/ม ^๓	ดินบดอัดโดยใช้ เครื่องจักรกล
๑๒	ทางระบายน้ำ/คู ระบายน้ำ	ขึ้นอยู่กับปริมาตร ดินขุดตามความ กว้าง ยาว และลึก	๑๓.๘๖	๑๙.๐๔ บาท/ม ^๓	ราคางานตามปริมาณ ดินขุดโดย เครื่องจักรกล
๑๓	ชั้นบันไดดิน	ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและ ปริมาตรดินขุดถม	๒๑๘.๘๐		ราคางานตามปริมาณ ดินขุดถมโดยใช้ แรงงานคน
๑๔	ฝายน้ำล้น (Check Dam)	ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและชนิด ของวัสดุที่ใช้ ก่อสร้าง	ราคาวัสดุในท้องถิ่น		ราคาขึ้นอยู่กับวัสดุ ตามราคาในท้องถิ่น
๑๕	อาคาร/โครงสร้าง ชะลอน้ำ (Drop Structure)	ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและชนิด ของวัสดุที่ใช้ ก่อสร้าง	ราคาวัสดุในท้องถิ่น		ราคาขึ้นอยู่กับวัสดุ ตามราคาในท้องถิ่น
๑๖	ท่อระบายน้ำล้น หรือท่อลอดใต้ ถนน	ขึ้นอยู่กับจำนวน ท่อตามแบบ	ราคาวัสดุในท้องถิ่น		ราคาขึ้นอยู่กับจำนวน ท่อและวัสดุตามราคา ในท้องถิ่น
๑๗	ป้ายแปลงสาธิต(๒ แบบ)	ตามแบบมาตรฐาน ๑. ป้ายคอนกรีต ๒. ป้ายเหล็กแผ่น ๓ ท่อนาน	๓,๕๐๐ บาท (คอนกรีต ๓ ท่อน) ๒,๐๐๐ บาท (เหล็กแผ่น)		ต้องระบุแบบของป้าย ให้ชัดเจนว่าจะใช้แบบ ไหน
๑๘	ค่าขนย้าย เครื่องจักรกล	ขึ้นอยู่กับ ระยะทาง	๒๐ กม. แรก คิด ๑,๕๐๐ บาท ต่อไปคิด กม. ละ ๓๕ บาท		ในการขนย้าย เครื่องจักรกลให้คิด ราคาไป-กลับ จาก ที่ตั้งถึงที่ทำงาน
				กลุ่มงบประมาณ กองคลัง	

จาก http://www.ddd.go.th/Web_Soil/clay.htm ของกรมพัฒนาที่ดิน

๓.๑๐.๑ คันดินมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน

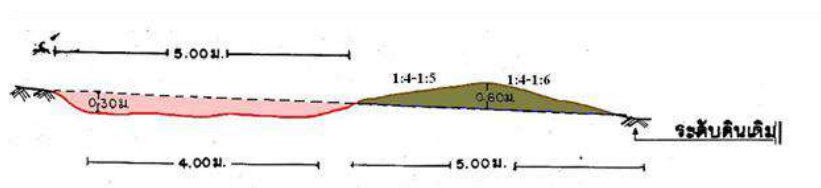
กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดมาตรฐานของคันดินออกเป็น ๖ แบบ ได้แก่ คันดินเบนน้ำ (Diversion) คันดินเก็บกักน้ำ (Absorption Bank) คันดินฐานกว้าง (Broad Based Terrace) คันดินฐานแคบ (Narrow Based Terrace) คันคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch) และคันคูรับน้ำรอบเขาที่ใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเทมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้คันดินแต่ละแบบนั้นผู้ใช้สามารถปรับรูปแบบของคันดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ต่างๆ ได้ โครงสร้างมาตรฐานของคันดินแต่ละแบบ มีดังนี้

- (๑) แบบที่ ๑ คันดินเบนน้ำ (Diversion) ใช้เพื่อป้องกันน้ำไหลบ่าลงสู่พื้นที่เกษตรกรรม เหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน ๑๕ เปอร์เซ็นต์



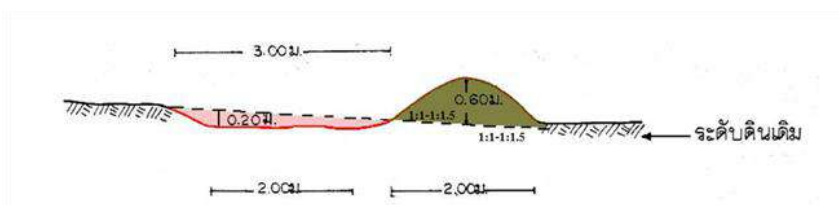
ภาพที่ ๒๐ คันดินเบนน้ำ

- (๒) คันดินแบบที่ ๒ เป็นคันดินเก็บกักน้ำ (Absorption Bank) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีความลาดเทประมาณ ๓-๑๕ เปอร์เซ็นต์



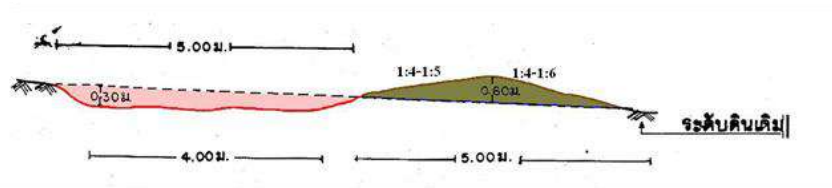
ภาพที่ ๒๑ คันดินเก็บกักน้ำ

- (๓) คันดินแบบที่ ๓ เป็นคันดินฐานกว้าง (Broad Based Terrace) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีความลาดเทไม่เกิน ๘ เปอร์เซ็นต์



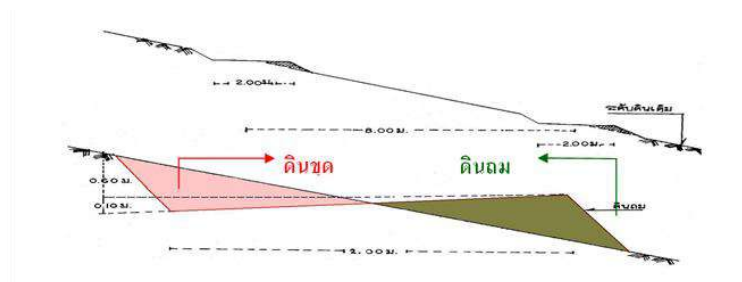
ภาพที่ ๒๒ คันดินฐานกว้าง

- (๔) คันดินแบบที่ ๔ เป็นคันดินฐานแคบ (Narrow Based Terrace) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทรายที่มีความลาดเทประมาณ ๓-๑๕ เปอร์เซ็นต์



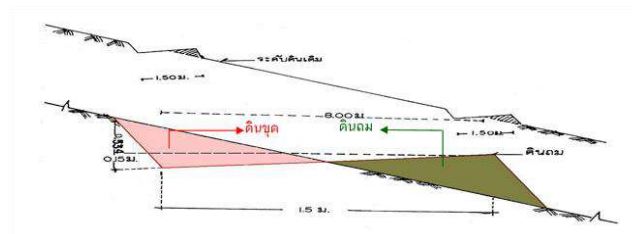
ภาพที่ ๒๓ ค้นดินฐานแคบ

(๕) ค้นดินแบบที่ ๕ เป็นค้นคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch) ควรใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน ๓๕ เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ ๒๔ ค้นดินคูรับน้ำรอบเขา

(๖) ค้นดินแบบที่ ๖ ค้นคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch) ควรใช้กับพื้นที่ ๆ มีความลาดเทมากกว่า ๓๕ เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ ๒๕ ค้นดินคูรับน้ำรอบเขา

เนื่องจากการระบายน้ำในพื้นที่ลาดจุดประสงค์เพื่อลดความยาวของการไหลให้สั้นลงเพื่อให้ความเร็วของน้ำต่ำกว่าค่าที่กำหนดเพื่อไม่ให้เกิดการกัดเซาะจากการไหลบ่าของน้ำผิวดิน จึงได้จัดทำเป็นร่องระบายน้ำและค้นดินขึ้นโดยสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่คือ จากข้อมูลจะพบว่ามีคำแนะนำให้ใช้ค้นดินที่ระดับความลาดชันต่างกันคือ

ตารางที่ ๑๑ ความลาดชันต่อชนิดคันดิน

ความลาดชัน	ชนิดของคันดิน
ความลาดชันไม่เกิน ๘ %	คันดินแบบที่ ๓ คันดินฐานกว้าง (Broad Based Terrace)
ความลาดชัน ๓-๑๕%	คันดินแบบที่ ๒ คันดินเก็บกักน้ำ (Absorption Bank) คันดินแบบที่ ๔ คันดินฐานแคบ (Narrow Based Terrace)
ความลาดชันไม่เกิน ๑๕%	แบบที่ ๑ คันดินเบนน้ำ (Diversion)
ความลาดชันไม่เกิน ๓๕%	คันดินแบบที่ ๕ คันคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch)
ความลาดชันมากกว่า ๓๕%	คันดินแบบที่ ๖ คันคูรับน้ำรอบเขา (Hillside Ditch)

โดยที่ยังมีคำแนะนำเพิ่มเติมจาก http://www.ddd.go.th/Web_Soil/clay.htm ของกรมพัฒนาที่ดินที่แยก
ลักษณะการใช้งานตามความลาดชันอีกว่า

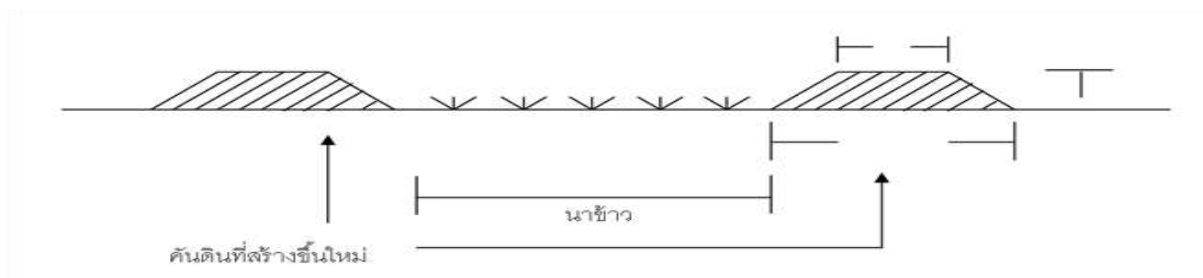
ตารางที่ ๑๒ ความลาดชันและมาตรการวิธีกล

ความลาดชัน (%)	มาตรการวิธีกล
๐-๒	- ปรับรูปแปลงนา
๒-๕	- คันดินกักเก็บน้ำ (๒) - คันดินฐานแคบ (๔)
๕-๑๒	- คันดินเบนน้ำ (๑) - คันดินฐานกว้าง (๓)
๑๒-๒๐	- คันดินเบนน้ำ (๑) - คันดินฐานแคบ (๔) - คันคูรับน้ำรอบเขา (๕)
๒๐-๓๕	- คันคูรับน้ำรอบเขา (๕)
มากกว่า ๓๕	- คันคูรับน้ำรอบเขา (๖)

จากรูปทั่วไปจะเห็นได้ว่าคันดินแบบที่ ๑-๔ จะมีลักษณะคล้ายกันคือขุดร่องและถมคัน การขุดร่องนั้นทำเพื่อระบายน้ำในพื้นที่ให้ไหลไปตามร่องน้ำสู่จุดรวมน้ำเพื่อระบายน้ำลงทางน้ำ(water way) ต่อไป ส่วนคันดินนั้นมีไว้เพื่อกั้นน้ำส่วนเกินที่จะไหลผ่านร่องน้ำ จึงทำให้ร่องน้ำเป็นพื้นที่ที่ดักตะกอนไปในตัว ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป หากมีตะกอนในพื้นที่มากก็จะเต็มในร่องน้ำนั้น ตาม FAO <http://www.fao.org/๓/ado๔๔me/AD๐๔๔me๐๖.htm> ได้กล่าวไว้ว่า terraces และ ditches ไม่ได้มีการแบ่งประเภทและชนิดเป็นทางการขึ้นอยู่กับ site และการใช้ประโยชน์ โดยการเลือกใช้ก็จะขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ ภูมิอากาศ เศรษฐกิจ สังคม การยอมรับของเกษตรกร

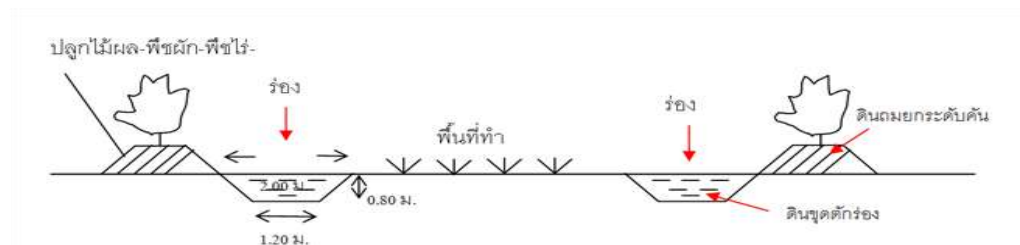
๓.๑๐.๒ การปรับปรุงแปลงนา ๓ ลักษณะของกรมพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดลักษณะของการปรับปรุงแปลงนาในเขตหมู่บ้านพัฒนาที่ดิน เพื่อให้ให้นำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ๓ ลักษณะ ดังนี้

(๑) การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๑ เป็นคันดินที่สร้างขึ้นโดยให้ระดับของคันดินอยู่ระดับเดียวกัน เน้นให้มีการปลูกข้าวแบบเดิม แต่กำหนดให้มีการปรับโครงสร้างให้มีคันดินเพิ่มขึ้น วัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำที่ไหลบ่ามาไว้เป็นช่วงๆ มีลักษณะเหมือนคันนา บนคันนาสามารถปลูกพืชชนิดต่างๆ ได้ ความสูงและความกว้างของคันนาหรือคันดินจะผันแปรไปตามลักษณะดิน พื้นที่ดินและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาหรือปริมาณน้ำที่จะเก็บกักหรือระบายออก



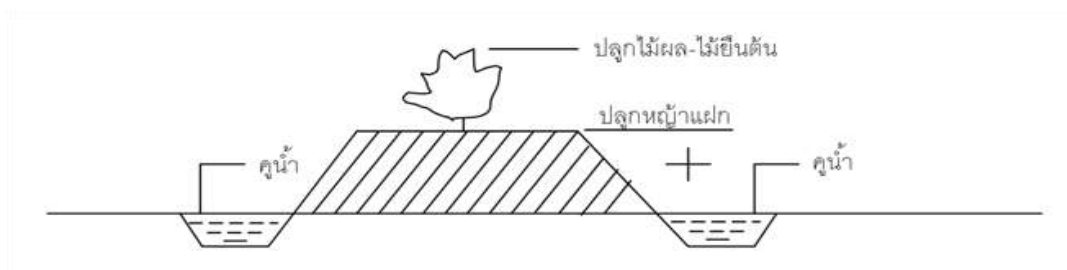
ภาพที่ ๒๖ การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๑

(๒) การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๒ เน้นการปลูกข้าวร่วมกับไม้ผลชนิดอื่นๆ เพื่อกักเก็บน้ำ ระบายน้ำและส่งน้ำ จะเน้นให้มีการปลูกข้าวร่วมกับไม้ผลชนิดอื่นๆ ทำการปรับโครงสร้างแปลงนาให้มีร่องน้ำ โดยการขุดดินทำเป็นคูแล้วเอาดินนั้นขึ้นมาทับถมเป็นคันดิน ร่องน้ำที่ขุดมีวัตถุประสงค์เพื่อกักเก็บน้ำ ระบายน้ำและส่งน้ำในแปลงปลูกพืช ส่วนบนคันดินยังสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร ความลึกและความกว้างของคูที่จะขุดดินขึ้นมาถมเป็นคันจะผันแปรไปตามลักษณะดิน



ภาพที่ ๒๗ การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๒

(๓) การปรับปรุงแปลงนาในลักษณะที่ ๓ เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการทำนาเป็นการปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น โดยการขุดดินขึ้นให้เป็นคูน้ำทั้งสองด้านแล้วนำดินนั้นมาถมเป็นคันดินวัตถุประสงค์เพื่อเก็บกักน้ำและระบายน้ำในพื้นที่ราบและราบลุ่ม บนคันดินสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ไม้ผล-ไม้ยืนต้นแบบแถวเดียว ขนาดของร่องปลูกไม้ผลจะผันแปรไปตามลักษณะดิน การปรับปรุงแปลงนาลักษณะนี้สามารถออกแบบต่อเนื่องทำเป็นแปลงใหญ่ๆ ได้



ภาพที่ ๒๘ การปรับปรุงแปลงนาลักษณะที่ ๓

๓.๑๑ การออกแบบเบื้องต้นฝายน้ำล้น

ความหมายของฝาย

ฝายก่อสร้างปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติ เพื่อทำหน้าที่ทดน้ำที่ไหลมาตามลำน้ำธรรมชาติให้มี ระดับสูงจนสามารถไหลเข้าคลองส่งน้ำหรือคลองผันน้ำได้ตามปริมาณที่ต้องการในฤดูกาล ชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำที่เหลือจะไหลล้นข้ามสันฝายไป ฝายทุกแห่งต้องสร้างให้มีความสูงมากพอสำหรับทดน้ำให้ส่งเข้าคลองส่งน้ำได้ และจะต้องมีความยาวมากพอที่จะให้น้ำที่ไหลมา ในช่วงหน้าฝน ไหลข้ามฝายไปได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ทำให้เกิดน้ำท่วมตลิ่งสองฝั่งมากเกินไป ฉะนั้นฝายที่สร้างโดยทั่วไปจึงไม่สูงหรือไม่สร้างให้ระดับสันฝายสูงถึงระดับตลิ่งของลำน้ำ ฝายบาง แห่งอาจจะต้องมีระดับสันฝายสูงเพื่อทดน้ำซึ่งไหลมาน้อยในบางฤดูให้สูงถึงระดับที่จะไหลเข้าคลองส่งน้ำได้เต็มที่ อาจจะมีการออกแบบฝายเป็นชนิดถอดหรือลดระดับสันฝายได้ หรือสามารถล้มพับลง (สันติ ทองพำนัก, ๒๕๕๒)

การแบ่งประเภทของฝาย

ถ้าพิจารณาจากวัสดุที่ใช้สร้างและอายุการใช้งาน สามารถแบ่งฝายได้ ๔ ประเภท คือ (สันติ ทองพำนัก, ๒๕๕๒)

ฝายเฉพาะฤดู เป็นฝายที่สร้างขึ้นในลำน้ำขนาดเล็ก โดยใช้วัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายใน ท้องถิ่น เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ กิ่งไม้ ใบไม้ ไม้ไผ่ เสาไม้ ทราบและกรวดเป็นต้น เมื่อถึงเวลาน้ำใหญ่ หลากมาฝายจะแตก ทลายไปหมด ทำให้ต้องสร้างขึ้นใหม่ทุกปี

ฝายชั่วคราว เป็นฝายขนาดเล็กและมีลักษณะคล้ายกับฝายเฉพาะฤดู แต่มีความมั่นคง แข็งแรงและมีอายุการใช้งานนานกว่า เพราะสร้างให้แข็งแรงขึ้น และวัสดุที่ใช้ก็คงทนถาวรกว่า ถ้า หมั่นคอยดูแลซ่อมแซม วัสดุที่ชำรุดเสียหาย และที่หลุดลอยตามน้ำไปให้อยู่ในสภาพดีเหมือนเดิม ฝายประเภทนี้ก็จะมีการใช้งาน ได้นานหลายปี

ฝายถาวร ฝายประเภทนี้จะมีอายุการใช้งานนานกว่าฝายชั่วคราว ถ้าคอยดูแลและ บำรุงรักษา อยู่เสมออาจมีอายุการใช้งานได้ถึง ๒๐ ปี เพราะใช้วัสดุที่มีขนาดใหญ่หรือแข็งแรง มากกว่า เช่น เสาไม้ที่มี ขนาดใหญ่ตั้งแต่ ๐.๒๐ เมตรขึ้นไป และทำการก่อสร้างให้มีความมั่นคงมากขึ้น

โดยทั่วไป ฝ่ายเฉพาะฤดู ฝ่ายชั่วคราว และฝ่ายกึ่งถาวร จะไม่มีการป้องกันอิทธิพลของน้ำที่ไหลผ่านฝ่าย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ฝ่ายพังทลายได้ในที่สุด ดังต่อไปนี้

๑. น้ำไหลซึมลอดใต้ตัวฝ่ายและพื้นฝ่าย น้ำอาจจะกัดและพาเม็ดดินใต้ฝ่ายหลุดออกไปได้ ในที่สุดจะเกิดโพรงขึ้นใต้ฝ่าย และฝ่ายจะทรุดแล้วพังทลายไป

๒. น้ำไหลล้นข้ามฝ่าย เมื่อตกลงสู่พื้นท้องน้ำ (ด้านท้ายน้ำ) ที่ไม่มีการป้องกัน น้ำจะกัด เขาเซาะท้องน้ำเป็นหลุมแล้วลูกกลมเข้ามาใต้พื้นฝ่าย ทำให้ฝ่ายทรุดตัวและพังทลายลงไปในที่สุด

๓. น้ำไหลทะลุผ่านตัวฝ่ายที่ไม่ทึบน้ำ อาจจะพัดพาเอาวัสดุที่ใช้ทำตัวฝ่ายหลุดออกมาได้ ฝ่ายก็จะเหลือแต่โครง ทดน้ำไม่ได้

๔. น้ำไหลซึมเข้าตลิ่ง อ้อมผ่านปีกฝ่ายทั้ง ๒ ข้าง แล้วไปทะลุออกที่ลาดตลิ่งด้านท้ายของ ฝ่าย น้ำจะกัดและพาเอาเม็ดดินหลุดออกไปได้เช่นเดียวกับน้ำไหลซึมลอดใต้ตัวฝ่าย จนกระทั่งปีกฝ่ายขาดเกิดเป็นทางน้ำไหลอ้อมฝ่ายไป ฝ่ายจะทดน้ำไม่ได้ หรือพังทลาย ไปในที่สุด

ฝ่ายถาวร เป็นฝ่ายที่สร้างด้วยวัสดุต่าง ๆ ที่มีความแข็งแรง เช่น คอนกรีตล้วน หินก่อ คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น มีการคำนวณออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงมั่นคงต่อแรงดัน ของน้ำ และทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำได้ และการก่อสร้างก็จะทำถูกต้องตามหลักวิศวกรรม ฝ่ายถาวรจึงมีอายุการใช้งานยืนยาว ถ้าได้รับการบูรณะซ่อมแซมอยู่เสมอจะใช้งานได้ตลอดไป

รูปร่างของฝ่ายถาวรที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

๑. ฝ่ายคอนกรีตตันสันมนแบบโอเกอ (Ogee) เป็นฝ่ายที่มีผิวด้านท้ายน้ำต่อจากจุดยอดสันฝ่าย โค้งเป็นรูปตัว S โดยทั่วไปมีผิวด้านเหนือน้ำอยู่ในแนวตั้ง ฝ่ายแบบนี้มักสร้างใน ลำน้ำที่มีท้องน้ำเป็นหิน และภูมิประเทศเป็นหุบเขา ซึ่งยอมให้น้ำท่วมด้านเหนือน้ำได้ ในฤดูน้ำนอง ในกรณีที่จะสร้างฝ่ายแบบนี้บนพื้นท้องน้ำที่เป็นทรายหรือกรวด ก็ จะต้องมีการยึดความยาวของพื้นฝ่าย

๒. ฝ่ายคอนกรีตกลวงสันมนแบบโอเกอที่มีพื้นผิวบางและมีตอม่อค้ำยัน เป็นฝ่ายที่ก่อสร้าง ด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยปกติผิวฝ่ายด้านเหนือน้ำมีความลาดเอียง ผิวฝ่ายด้านท้าย ต่อจากจุดยอดสันฝ่าย โค้งเป็นรูปตัว S แบบโอเกอ ต่อจากส่วนนี้เป็นผิวที่มีความลาด เอียงถึงพื้นด้านท้าย ผิวฝ่ายทุกด้านจะสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความหนาไม่ มาก ภายในตัวฝ่ายกลวง แต่จะมีกำแพงแบ่งเป็นระยะ ๆ เพื่อทำหน้าที่ค้ำยันผิวฝ่ายค้ำยัน เหนือน้ำซึ่งรับแรงดันจากน้ำ ฝ่ายแบบนี้จะมีน้ำหนักเบากว่าฝ่ายคอนกรีตตันแบบโอเกอ ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้ก่อสร้างบนฐานรากที่ไม่แข็งแรงมากนัก ฝ่ายแบบนี้มักจะ ออกแบบให้สูงไม่น้อยกว่า ๖.๐๐ เมตร

๓. ฝ่ายแบบลาดผิวด้วยคอนกรีตทับบนดินถมอัดแน่น ฝ่ายแบบนี้เหมาะสมกับฝ่ายสูงไม่เกิน ๒.๐ เมตร หากฝ่ายก่อสร้างในช่องลัด (Cutoff Channel) จะยิ่งสะดวกยิ่งขึ้นเพราะ ขุดแต่งดินให้เป็นรูปฝ่ายก่อน แล้วจึงทำคอนกรีตเสริมหรืออาจจะเป็นหินก่อ คัดทับ บนดินทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำได้สันฝ่ายมักจะมีแนวเข้มน้ำหรือกำแพง Cutoff เพื่อสกัดการไหลซึมของน้ำ ปลายพื้นคอนกรีตด้านท้ายน้ำ จะต้องมีการจัดทำ filter และระบายน้ำใต้ดินเพื่อลดแรงดันของน้ำใต้พื้นฝ่าย

๔. ฝ่ายหิน เหมาะสำหรับในบริเวณที่หาหินได้ง่าย โดยทั่วไปจะเรียงหินทับบนชั้นของ filter เพื่อป้องกันกระแสน้ำกัดเซาะดินชั้นล่าง และได้สันฝ่ายมีแนวเข้มน้ำหรือกำแพง Cutoff เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมผ่านฝ่าย โดยทั่วไปผิวฝ่ายด้านท้ายน้ำจะมีความลาดเอียง แบนกว่า และหินมักจะใช้ก้อนใหญ่กว่า และเรียงยาวกว่าทางด้านเหนือน้ำ ฝ่าย ประเภทนี้ไม่ควรสร้างให้สูงมากกว่า ๒.๐ เมตร และปริมาณน้ำผ่านฝ่ายไม่ควรมากกว่า ทั้งนี้เกี่ยวกับความมั่นคง ๓.๐๐ ลบ.เมตรต่อวินาที ต่อความยาวของสันฝ่าย ๑.๐๐ เมตร ทั้งนี้เกี่ย ของฝ่าย

ประเภทนี้ เพื่อเป็นการยึดทางเดินของน้ำใต้พื้นผิวนอกเหนือจากเข็มพืดหรือ กำแพง Cutoff แล้ว อาจจะเพิ่มชั้นดินเหนียว (Impervious Blanket) ปูขึ้นไปตามเหนือ น้ำแล้วปูทับด้วยชั้น Filter ซึ่งทำด้วยกรวดทราย และปูทับชั้นบนสุดด้วยหิน ชั้นดิน เหนียวนี้จะต้องบดอัดอัดให้แน่นและมีความหนาเพียงพอเพื่อป้องกันการแตกร้าว ไม่ ควรสร้างฝายประเภทนี้ในบริเวณที่ท้องน้ำถูกกัดเซาะได้ง่าย เช่น ดินตะกอนทราย หรือดินทราย ท้องน้ำที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นหินหรือดินดาน

การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของฝาย

๑. เป็นบริเวณกว้างพอที่จะสร้างประตูระบายปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ให้แนวศูนย์กลาง ของประตู ตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางของฝายเพราะจะช่วยป้องกันหรือลดปริมาณ กรวดทรายในลำน้ำที่จะหลุดเข้าไปใน คลองส่งน้ำลงได้มาก

๒. เป็นบริเวณที่สามารถขุดคลองส่งน้ำสายใหญ่ออกจากหน้าฝายได้สะดวกโดยไม่ต้อง สร้างอาคาร พิเศษ เช่น รางน้ำ และอุโมงค์

๓. ตลิ่งของลำน้ำควรมีความมั่นคงดี ไม่ถูกน้ำกัดเซาะได้ง่าย

๔. ฝายน้ำล้นควรก่อสร้างในช่วงที่ลำน้ำมีแนวตรง โดยยาวไปทางด้านเหนือน้ำ และท้าย น้ำจากตัว ฝาย ด้านละไม่น้อยกว่า ๕๐ เมตร

๕. ควรก่อสร้างบริเวณที่เป็นดินชุด และเป็นดินที่ป้องกันการรั่วซึมได้ดี ไม่ควรก่อสร้างบนดินถมสูง ๆ เพราะอาจจะทำให้คอนกรีตที่เป็นโครงสร้างฝายเกิดรอยแตกแยก หรือเสียหายได้เนื่องจากการทรุดตัวไม่ เท่ากันของดินถมได้ฐานฝาย

๖. เป็นบริเวณที่สามารถสร้างฝายได้โดยไม่ทำให้น้ำท่วมพื้นที่สองฟากตลิ่งด้านเหนือ น้ำของฝาย จนสูงมากเกินไป หรือเมื่อสร้างฝายไปแล้วไม่ทำให้น้ำเปลี่ยนทางเดินได้โดยง่าย

การกำหนดความยาวของสันฝาย

ความยาวสันฝายน้ำล้น จะพิจารณาจากความสามารถในการระบายปริมาณน้ำหลากสูงสุดได้และ จะออกแบบให้เกิดผลกระทบเนื่องจากระดับน้ำท่วมสูงสุด (ร.น.ส) และระดับน้ำเท้อ (Back Water Surface) ของบริเวณพื้นที่ฝายน้ำล้นและบริเวณพื้นที่ด้านเหนือที่ยาวที่สุด (กรมทรัพยากรน้ำ, ๒๕๕๐)

การออกแบบพื้นด้านหน้าฝาย

พื้นคอนกรีตด้านหน้าฝายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับท้องน้ำที่เป็นทรายหรือกรวด พื้นด้านหน้าฝายช่วย ป้องกันการกัดเซาะและช่วยทำให้แรงดันยกตัว (Uplift pressure) ใต้ตัวฝายและพื้นที่ด้านท้ายฝายมีขนาด ลดลง ทำให้ความหนาของพื้นด้านท้ายฝายมีขนาดลดลงได้ ต้นทางของพื้นด้านหน้าฝาย ควรต้องมีการทำ กำแพง Cutoff เพื่อยึดระยะทางการไหลซึม และป้องกันการกัดเซาะเข้าใต้พื้น พื้นด้านหน้าฝายควรมีความ ยาวไม่น้อยกว่า ๓ เท่าของความสูงฝาย และความหนาไม่น้อยกว่า ๐.๓๐ เมตร (สันติ ทองพำนัก, ๒๕๕๒)

การออกแบบพื้นด้านท้ายฝาย

ความยาวของพื้นด้านท้ายฝาย เป็นไปตามขนาดความยาวของอ่างน้ำนิ่งที่เลือกใช้ และความหนา ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะต้านทานแรงดันยกตัวใต้พื้นอาคารได้ ถึงแม้ว่าการยึดความยาวของพื้นด้านเหนือน้ำ และการตอกเข็มพืดใต้พื้นด้านเหนือน้ำ จะช่วยลดความยาวและความหนาของพื้นด้านท้ายน้ำลงได้ก็จริง แต่ไม่ ควรจะให้พื้นด้านท้ายน้ำสั้นและหนาน้อยเกินไป เพื่อป้องกันแรงกระแทกของน้ำที่ไหลตกจากสันฝายไม่ให้กัด เซาะท้องน้ำได้ ฉะนั้นพื้นไม่ควรหนาน้อยกว่า ๐.๓๐ เมตร การคำนวณหาความหนาของพื้นด้านแรงดันยกตัว ควรเพื่อเกณฑ์ความปลอดภัย ๑.๓ และสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้ (สันติ ทองพำนัก, ๒๕๕๒)

ความเหมาะสมของดินทางวิศวกรรม

การวินิจฉัยคุณภาพของดินทางด้านวิศวกรรมในพื้นที่สามารถแบ่งประเภทของดินได้จากตารางจำแนกประเภทกลุ่มดิน เมื่อทราบลักษณะดิน สามารถนำไปใช้ในการประกอบการวางแผนพัฒนาพื้นที่ในด้านต่างๆ เพื่อกำหนดรูปแบบของการพัฒนาให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ ๑๓ แสดงการจำแนกกลุ่มดิน

การจำแนกประเภทกลุ่มดิน	
กลุ่มดิน	คำอธิบาย
GW	กรวดหรือกรวดผสมทรายมีหลายขนาดคละกันมีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย
GP	กรวดหรือกรวดผสมทรายขนาดเดียวกัน มีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย
GM	กรวดปนตะกอนทราย กรวดปนทรายและตะกอนทราย มีเม็ดขนาดเดียวกัน
GC	กรวดปนดินเหนียว กรวด ทราย และดินเหนียว ปนคละกัน มีขนาดเดียวกัน
SW	ทรายหลายขนาดคละกัน ทรายปนกรวด มีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย
SP	ทรายเม็ดขนาดเดียวกัน ทรายปนกรวด มีเม็ดละเอียดปนบ้างหรือไม่มีเลย
SM	ทรายปนตะกอนทราย ทรายปนตะกอนทราย มีเม็ดขนาดเดียวกัน
SC	ทรายปนดินเหนียว ของผสมของทรายกับดินเหนียวมีขนาดเดียวกัน
ML	ตะกอนทรายอนินทรีย์ ทรายละเอียดมาก หินฝุ่น ทรายละเอียดปนตะกอนทรายหรือดินเหนียวมีสภาพพลาสติกเล็กน้อย
CL	ดินเหนียวอนินทรีย์ มีสภาพพลาสติกต่ำกว่าปกติ ดินเหนียวปนกรวดหรือปนทรายหรือปนตะกอนทราย ดินเหนียวมีความหนืดเล็กน้อย
OL	ตะกอนทรายอนินทรีย์ มีสภาพพลาสติก เล็กน้อยและดินเหนียวปนตะกอนทราย
MH	ตะกอนทรายอนินทรีย์ ดินเหนียวปนทราย มีไมกาหรือดินเบาผสม
CH	ดินเหนียวอนินทรีย์ มีสภาพพลาสติกมาก ดินเหนียวมีความหนืดสูง
OH	ดินเหนียวอนินทรีย์ มีสภาพพลาสติกมากสูงกว่าปกติ
Pt	พีตหรือดินอินทรีย์สูงอื่นๆ

ตารางที่ ๑๔ อัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินชนิดต่างๆ

ชนิดของดิน	อัตราการซึมของน้ำ (ซม./ชม.)
ดินเหนียว	๐.๑ - ๐.๕
ดินร่วนปนดินเหนียว	๐.๕ - ๑.๐
ดินร่วนปนดินตะกอน	๑.๐ - ๒.๐
ดินร่วนปนทราย	๒.๐ - ๓.๐
ทราย	๓.๐ - ๑๐.๐

ตารางที่ ๑๕ แสดงความเหมาะสมของดินในการใช้งานด้านวิศวกรรม

กลุ่มดิน	ความเหมาะสมในการใช้งาน		
	คลอง		ถนน
	ป้องกันการกัดเซาะ	คลองดินบดอัดแน่น	คันดินถม
GW	๑	-	๑
GP	๒	-	๓
GM	๔	๔	๔
GC	๓	๑	๕
SW	๖	-	๒
SP	๗	-	๖
SM	๘	๕	๘
SC	๕	๒	๗
ML	-	๖	๑๐
CL	๙	๓	๙
OL	-	๗	๑๑
MH	-	-	๑๒
CH	๑๐	๘	๑๓
OH	-	-	๑๔

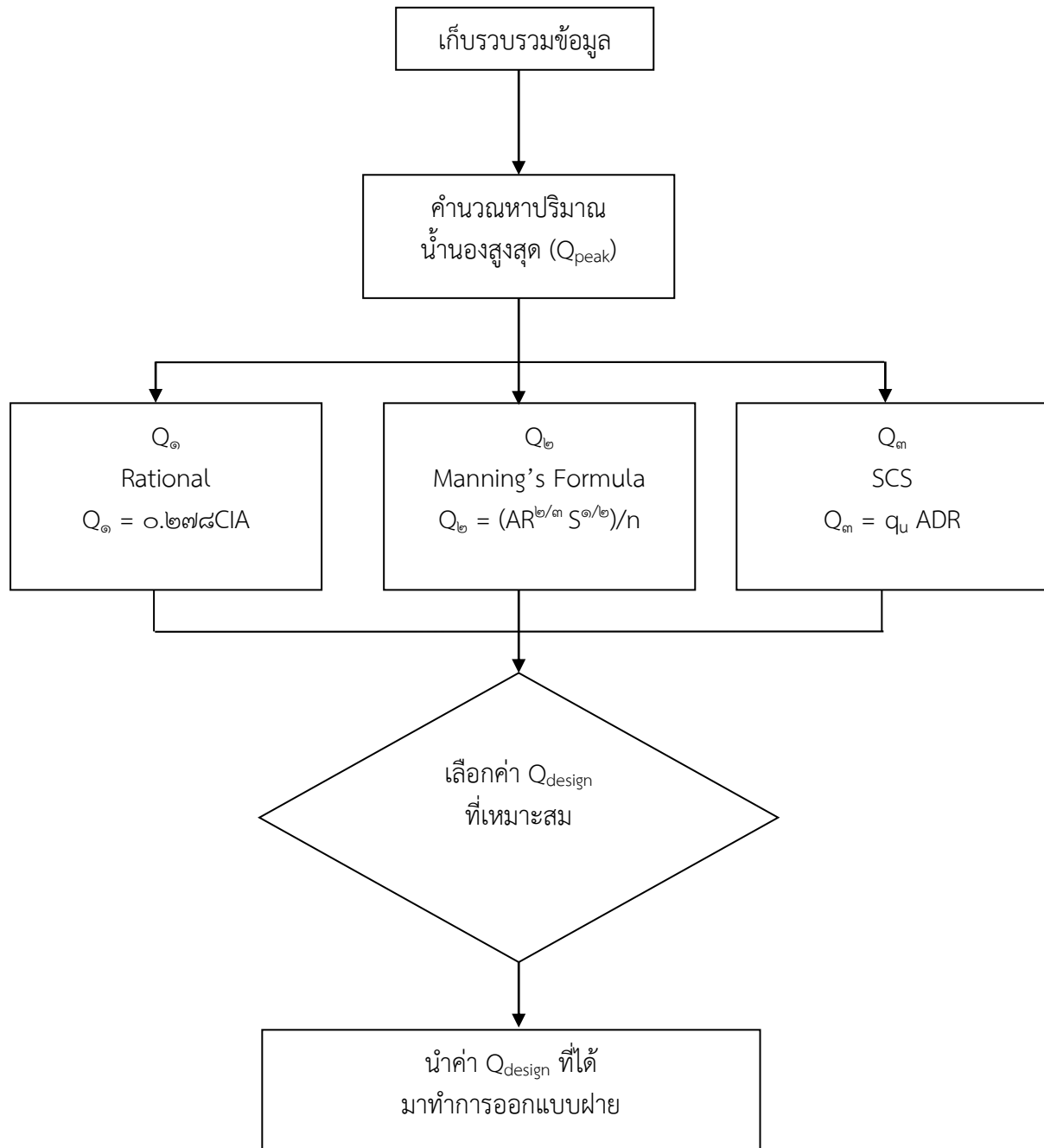
หมายเหตุ เลข ๑ หมายถึง ดีที่สุด

ตารางที่ ๑๖ ลาดด้านข้างของคลองที่เหมาะสมเปลี่ยนไปตามชนิดของดิน

ชนิดของดิน	ลาดด้านข้าง (ระยะตั้ง : ระยะราบ)
คลองขุดในหินแข็ง	๑ : ๐.๒๕
คลองขุดในดินดานแข็ง	๑ : ๐.๕
คลองขุดในดินเหนียวแข็งมากดินดาน และ กรวดอัดแน่น	๑ : ๓/๔
คลองขุดในดินเหนียวแน่นซึ่งมีกรวดแทรก	๑ : ๑
ขุดหรือถมบนดินร่วนหรือดินปนกรวด	๑ : ๑.๕
ขุดหรือถมบนดินร่วนปนทราย	๑ : ๒
ขุดหรือถมบนดินทราย	๑ : ๓
ขุดหรือถมบนดินเลนชายทะเล	๑ : ๔ , ๑ : ๕

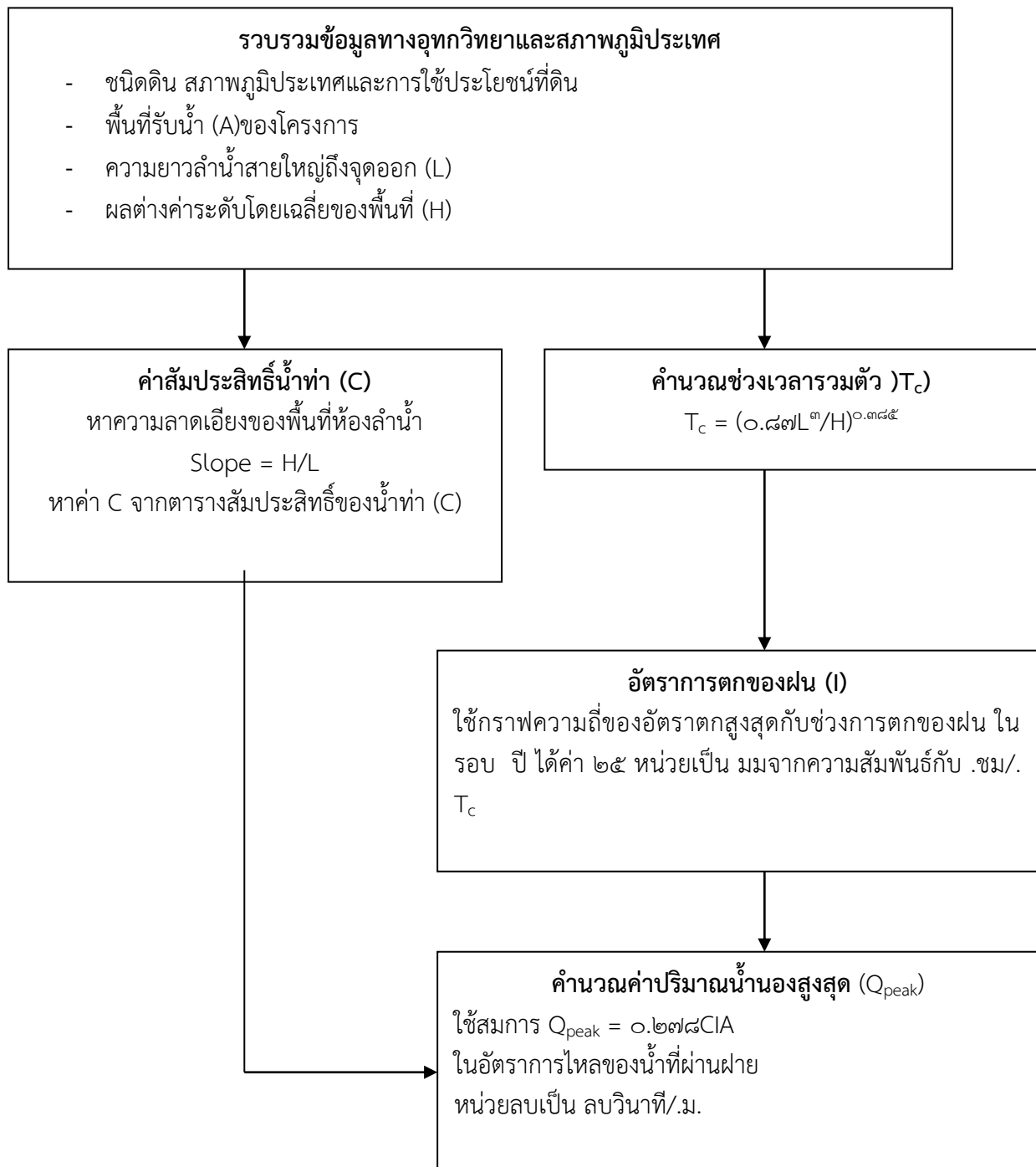
กำหนดลักษณะชนิดของฝายที่จะดำเนินการก่อสร้าง

ขั้นตอนในการดำเนินการในการกำหนดลักษณะชนิด และรูปแบบของฝายที่จะดำเนินการก่อสร้าง สามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ดังภาพที่ ๒๘ ต่อไปนี้

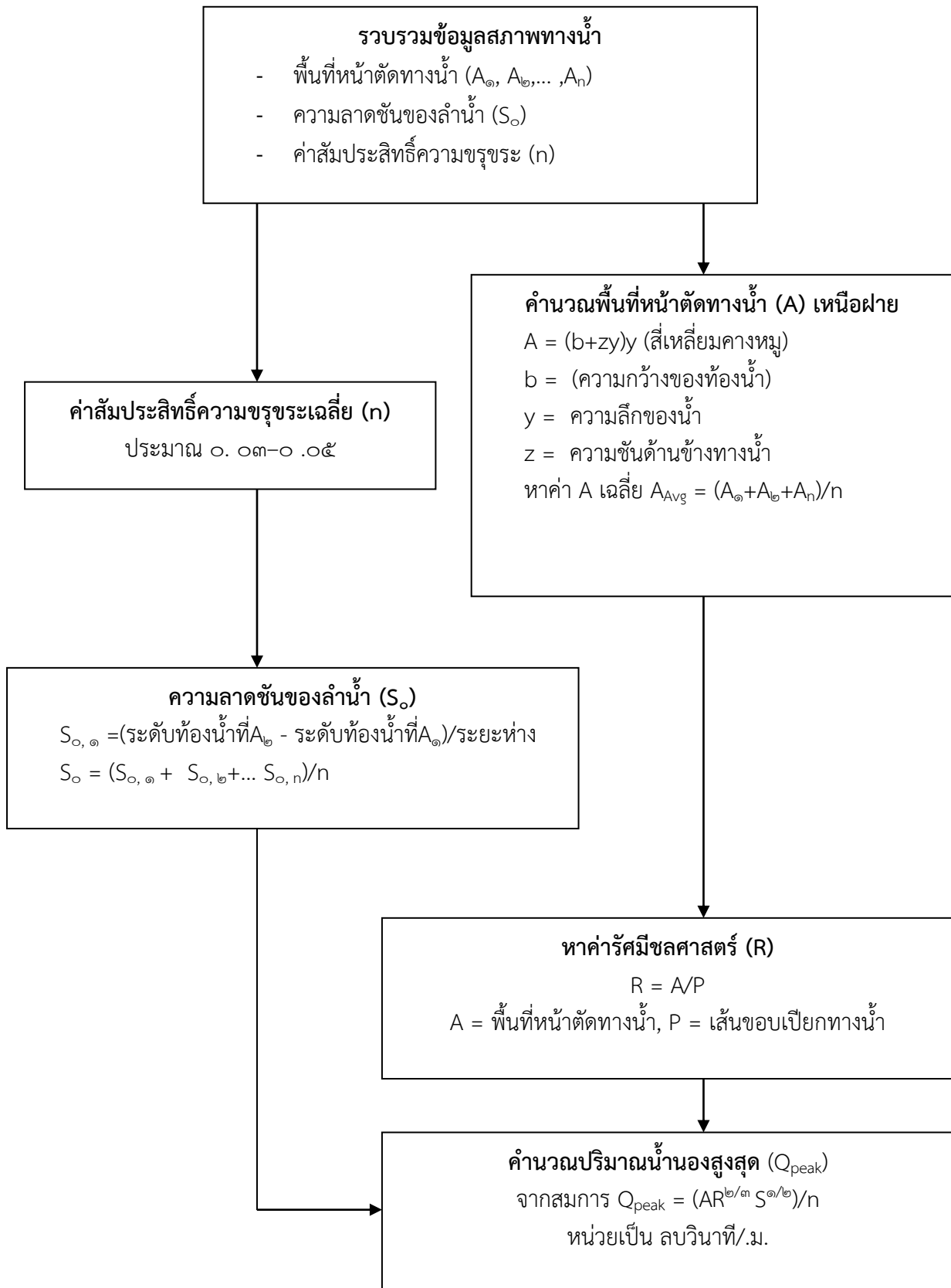


ภาพที่ ๒๘ ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบฝาย

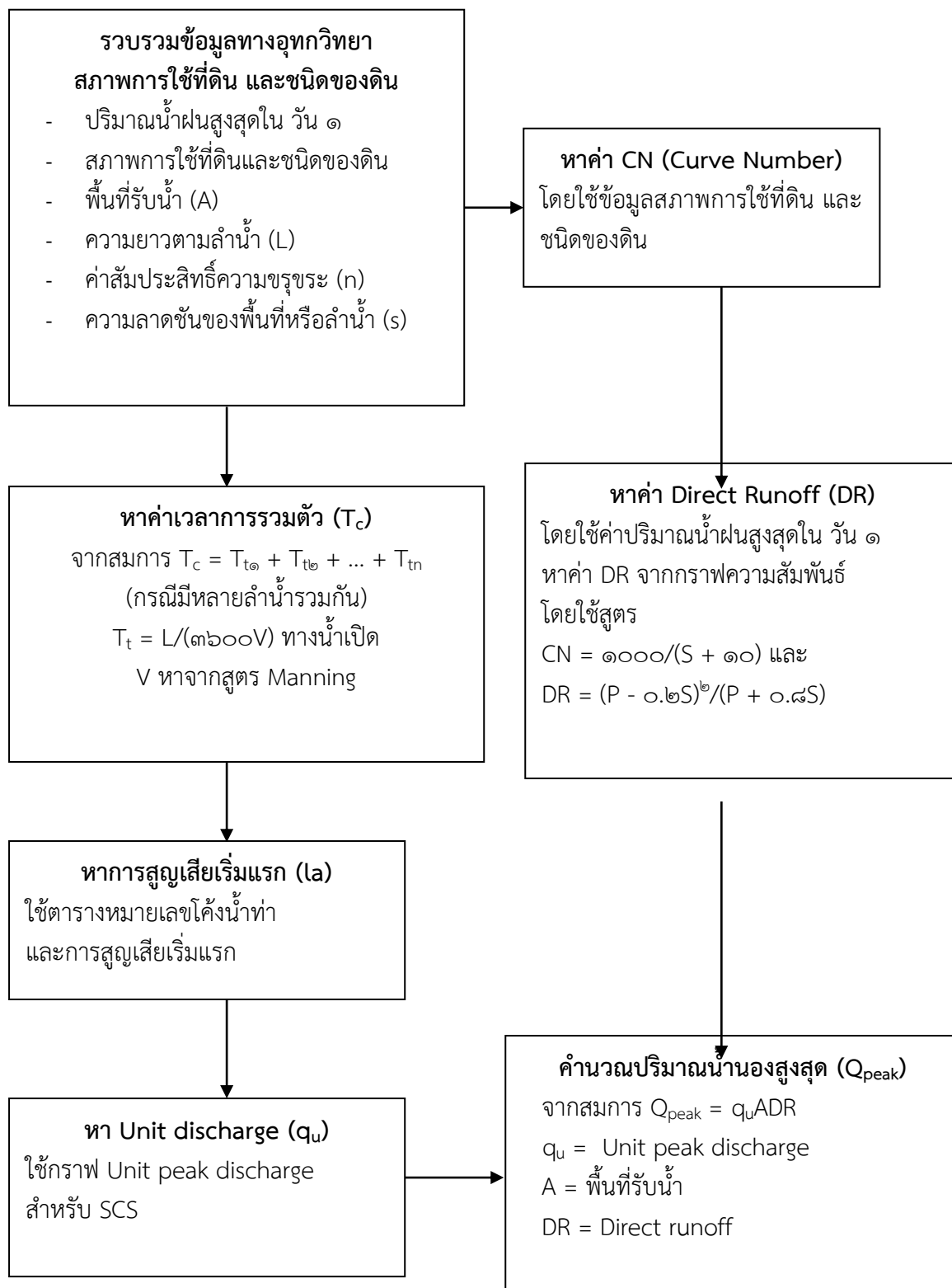
สำหรับขั้นตอนการดำเนินการคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดของวิธีต่างๆ สามารถสรุปเป็นแผนผังดังภาพที่ ๒๙, ๓๐ และ ๓๑ ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าน้ำนองสูงสุดโดยวิธี Rational Manning's Formula และ SCS ตามลำดับ



ภาพที่ ๓๐ การคำนวณค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดโดย วิธี Rational

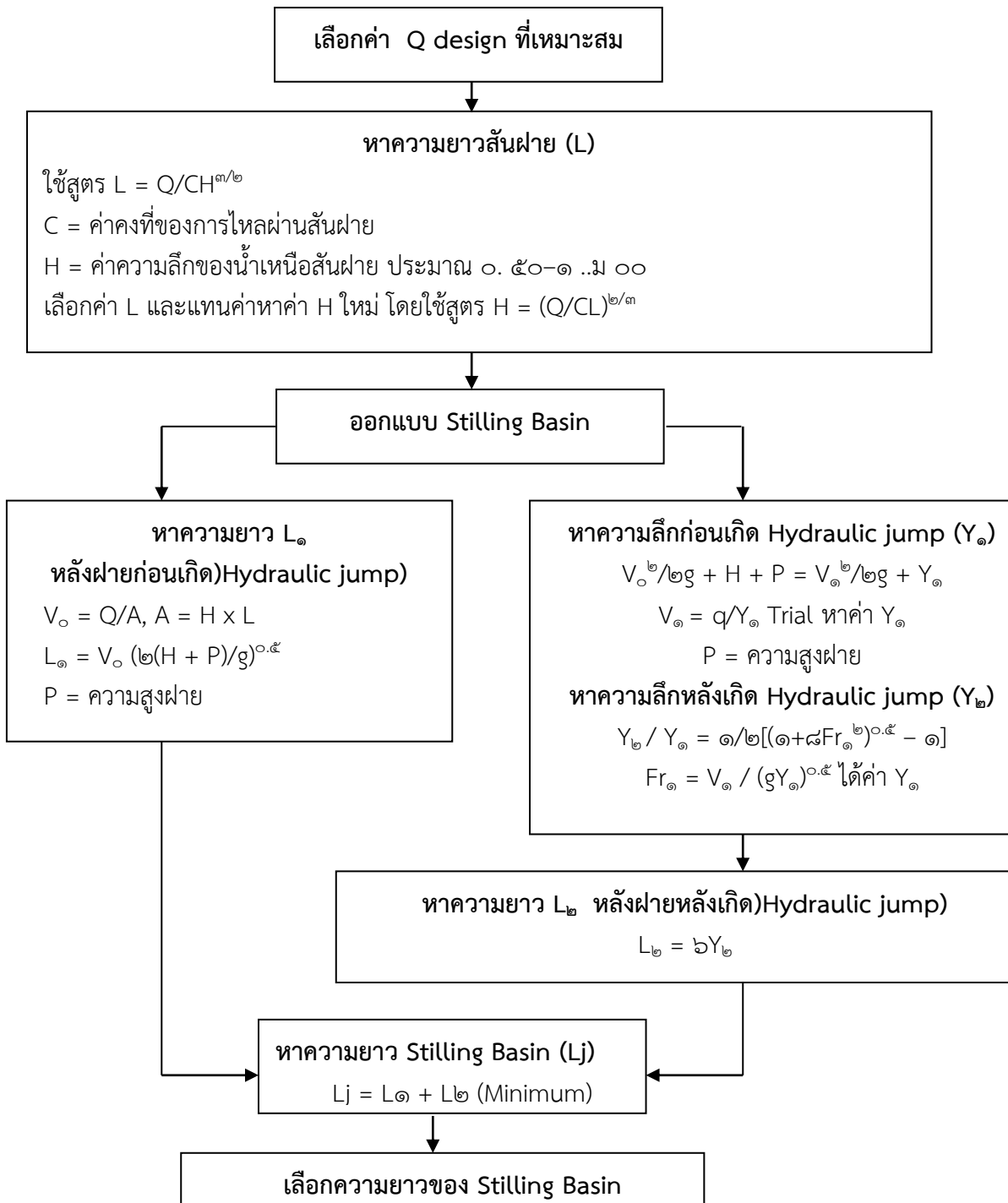


ภาพที่ ๓๑ การคำนวณค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดโดยวิธี Manning's Formula



ภาพที่ ๓๒ การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดโดย วิธี SCS

เมื่อทำการคำนวณหาค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดตามวิธีการทั้งสามวิธีแล้ว ให้พิจารณาเลือกค่าที่เหมาะสมนำมาใช้ประกอบการออกแบบรายละเอียดรูปร่าง ลักษณะ และขนาดของฝาย น้ำล้นต่อไป ซึ่งขั้นตอนสำหรับการออกแบบฝายน้ำล้นได้แสดงไว้ในแผนภูมิตามภาพที่ ๓๒



ภาพที่ ๓๓ ขั้นตอนการคำนวณเพื่อการออกแบบฝายน้ำล้น

หลังจากที่ได้กำหนดลักษณะ รูปร่าง และขนาดของตัวฝายน้ำล้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ต้องทำการตรวจสอบแรงดันของน้ำใต้ฝายและการรั่วซึม เพื่อให้แน่ใจว่า จำนวนน้ำที่ไหลลอดใต้ฝายมีปริมาณที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายกับตัวฝาย และแรงดันของน้ำใต้ฝายอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งทฤษฎี Weighted – Creep ของ Lane ก็จะถูกใช้สำหรับการคำนวณ และตรวจสอบความมั่นคงของฐานรากฝาย ให้เหมาะสมกับลักษณะดินฐาน โดย Lane ได้กล่าวไว้ดังนี้

๑. ระยะ Weighted – Creep ของน้ำซึมลอดใต้พื้นฝายและตัวฝาย จะเท่ากับผลรวมของระยะทางเดินของน้ำที่สัมผัสกับผิวอาคารในแนวดิ่ง กับหนึ่งในสามของระยะทางเดินของน้ำที่ไหลซึมสัมผัสกับผิวอาคารในแนวราบทั้งหมด

๒. อัตราส่วนระหว่างระยะ Weighted – Creep ที่คำนวณได้จากข้อ ๑ กับผลต่างระหว่างระดับ น้ำด้านเหนือและท้ายฝาย จะต้องมีค่าของอัตราส่วนไม่น้อยไปกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับดินลักษณะต่างๆกำหนดให้ตามตารางที่ ๑๙ แล้วดินท้ายพื้นฝายด้านน้ำจึงจะมีความปลอดภัยจากการถูกน้ำที่ไหลซึมออกมากัดเซาะ

๓. ในการคำนวณตามข้อ ๒ จะต้องไม่คิดถึงระบบท่อรับน้ำซึม เพราะจะติดตั้งไว้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ตัวอาคารยิ่งขึ้นเท่านั้น

ตารางที่ ๑๗ อัตราส่วน Weighted – Creep สำหรับดินฐานรากชนิดต่างๆ

ลักษณะดิน	อัตราส่วน
ทรายละเอียดมากหรือตะกอนละเอียด	๘.๕
ทรายละเอียด	๗.๐
ทรายหยาบและละเอียดปานกลาง	๖.๐
ทรายเป็น	๕.๐
กรวดละเอียด	๔.๐
กรวดหยาบและละเอียดปานกลาง	๓.๕
กรวดหยาบ	๓.๐
ดินเหนียวที่มีความหนาแน่นน้อย	๓.๐
ดินเหนียวที่มีความหนาแน่นปานกลาง	๒.๐
ดินเหนียวที่มีความหนาแน่นดี	๑.๘
ดินเหนียวที่มีความหนาแน่นดีมากหรือดินดานแข็งมาก	๑.๖

หลังจากตรวจสอบค่าต่างๆ ถูกต้องดีแล้ว สำหรับเพิ่มความปลอดภัยของอาคารฝายน้ำล้น ให้มีการติดตั้งระบบรับน้ำซึมทางด้านท้ายน้ำบริเวณอ่างน้ำนิ่ง ทั้งส่วนบริเวณส่วนท้ายสุดของพื้นที่อ่างน้ำนิ่ง และบริเวณผนังคอนกรีตเสริมเหล็กด้านข้างทั้งสองด้านเพื่อช่วยลดแรงดันของน้ำใต้ดิน และยังเป็นตัวกรองไม่ให้มีดินจากฐานรากหรือผนังด้านข้าง ไหลตามน้ำที่ซึมออกมาทำใหม่เกิด ปรากฏการณ์ Piping Phenomenal ซึ่งอาจเป็นอันตรายอย่างร้ายแรงกับตัวฝายน้ำล้นได้ และเพื่อลดพลังงานของน้ำควรมีตะเภา มีลักษณะเป็นแท่งคอนกรีตสูงขึ้นมาจากพื้นอ่างน้ำนิ่ง โดยมีขนาดที่เหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอาคารฝายน้ำล้น และความแรงของน้ำที่ไหลผ่านอาคาร ตลอดจนเพื่อป้องกันตลิ่งด้านหน้าและท้ายฝาย ควรมีการปูหินใหญ่หนาประมาณ ๐.๓๐ ม.ทั้งบริเวณพื้นและลาดด้านข้างของคลอง เพื่อลดการกัดเซาะของลาดด้านข้างของตลิ่งที่ติดกับอาคารฝายน้ำล้น โดยบริเวณด้านท้ายน้ำควรมีความยาวของหินเรียงมากกว่าด้านเหนือน้ำ เนื่องจากน้ำ

ทำนน้ำจะมีความเร็วและความปั่นป่วนมากกว่า อีกทั้งถ้าหากลำน้ำด้านทำนน้ำมีความคดโค้งก็ควรที่จะเพิ่มหินเรียงให้ครอบคลุมช่วงที่โค้งจนถึงช่วงที่ลำน้ำมีความตรง เพื่อป้องกันการกัดเซาะจนอาจเกิดความเสียหายแก่ตลิ่งบริเวณทางโค้งได้

๓.๑๒ การออกแบบขุดลอกอ่างเก็บน้ำ

วิธีการขุดลอกอ่างเก็บน้ำ

ในการขุดลอกสามารถแบ่งวิธีการขุดลอกตามประเภทเครื่องจักรกลได้ ๒ วิธีหลัก คือการขุดลอกด้วยรถขุดแบบเครื่องมือกล และการขุดลอกโดยใช้เรือขุดแบบไฮดรอลิก ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินงานและการใช้เครื่องจักรสำหรับการขุดลอกของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้ (กรมเจ้าท่า, ๒๕๖๐)

๑. การขุดลอกด้วยขุดขุดแบบเครื่องมือกล (Mechanical Dredging) การขุดลอกด้วยรถขุดแบบไฮดรอลิก (Mechanical Dredging) หรือขุดแบบแบคโฮ (Backhoe) เป็นวิธีการขุดลอกที่นิยมใช้กันมากในการขุดบริเวณที่เป็นดินแข็ง มีลักษณะตื้น หรือใน บริเวณพื้นที่ที่มีตอไม้ซุง และหินก้อนใหญ่ ซึ่งความลึกในการขุดจะถูกจำกัดด้วยความยาวของแขนตัก (boom) และก้านกระบวยดังแสดงลักษณะเรือขุดแบบแบคโฮ ส่วนการจัดการตะกอนดิน และพื้นที่ที่พังกะกอนดินจากการขุดลอกของวิธีการขุดลอกด้วยเรือขุดแบบเครื่องมือกล มีรายละเอียดดังนี้

๑) การจัดการตะกอนดินจากการขุดลอก : ในการขุดลอกด้วยรถขุดแบบเครื่องมือกล จะทำการขุดดินโดยใช้เครื่องมือตัก หรือขุดเนื้อดินขึ้นมาโดยตรง ดังนั้นการขุดประเภทนี้จะได้เฉพาะเนื้อดิน หรือวัสดุขุดลอกขึ้นมาจากท้องน้ำ ลำเลียงใส่เรือบรรทุก เพื่อขนส่งไปยังบริเวณริมฝั่ง และใช้เครื่องจักร ในการลำเลียงจากเรือบรรทุกขึ้นสู่ฝั่งอีกครั้ง ซึ่งอาจใช้แบคโฮตักจากเรือบรรทุกสู่รถบรรทุก และขนส่ง ต่อไปยังที่ที่ต้องการ หรืออาจใช้สายพานในการลำเลียงตะกอนดินที่ได้จากการขุดลอกไปสู่พื้นที่ที่ต้องการ ได้ทันทีซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่พังกะกอน หรือพื้นที่ที่ตักตะกอนว่าอยู่ห่างจากจุดที่ทำการขุดลอกหรือไม่

๒) พื้นที่พังกะกอนดิน : สามารถใช้เรือบรรทุก (barge) หรือกึ่งเก็บดินใต้ท้องเรือ (hopper) เป็นพื้นที่พังกะกอนดินเพื่อนำดินไปทิ้งในบริเวณพื้นที่ที่กำหนด

๒. การขุดลอกด้วยเรือขุดแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Dredging) การขุดลอกด้วยเรือขุดแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Dredging) หรือ เรือขุดแบบ Cutter Suction เป็นเรือขุดที่สามารถทำงานได้คล่องตัวที่สุด และเป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายที่สุดในโลก เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการขุดสูง ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานต่ำ และใช้ได้เหมาะสมกับการขุดเกือบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นการขุดร่องน้ำ ลำคลองท่าเทียบเรือหรือสร้างเขื่อน ฯลฯ และสามารถขุดได้ดีทั้งในบริเวณที่ ลักษณะดินเป็นดินแข็งและดินอ่อน เรือขุดประเภทนี้จะทำให้ดินที่จะขุดร่วนหรือเป็นก้อนเล็กๆ ก่อนที่บ่้ม จะดูดดินนั้นขึ้นมา โดยใช้หัวสว่าน (Cutter head) และระบบฉีดน้ำกำลังดันสูง (Water Jet) โดยหัวสว่านนี้จะสวมอยู่กับเพลาลูกหมุนตัดดินอยู่หน้าปากท่อ ทางดูดดินที่ถูกหัวสว่านฟันจะลอยเข้าปากท่อทางดูด พร้อมกับน้ำเข้าสู่บ่้มและออกไปตามท่อท้ายเรือไปยังที่พังกะกอนดิน หรือที่ทิ้งดินที่ต้องการ ดังแสดง ลักษณะเรือขุดแบบ Cutter Suction Dredger

๓.๑๓ หลักเกณฑ์ในการกำหนดองค์ประกอบของสิ่งก่อสร้างในโครงการ

๑. การประมาณปริมาณดินที่ทำการขุดลอกของแหล่งน้ำ การประมาณเนื้อดินที่จะทำการขุดลอก (Estimation of dredging volume)

การหาปริมาณเนื้อดินที่จะทำการขุดลอกสามารถคำนวณหาได้จากสมการหาปริมาตรพีระมิดยอดตัด ซึ่งมีวิธีการคำนวณปริมาตรดินที่จะทำการขุดลอกได้ดังนี้ คือ

$$V = \left(\frac{1}{3}\right) \times h \times (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \times A_2})$$

เมื่อ V คือ ปริมาณเนื้อดิน (ม.^๓)

h คือ ความสูงของแหล่งน้ำจากกันแหล่งน้ำถึงปากของแหล่งน้ำ (เมตร)

A_1 คือ พื้นที่กันของแหล่งน้ำ (เมตร)

A_2 คือ พื้นที่ปากของแหล่งน้ำ (คิดจากปากแหล่งน้ำด้านใน) (ม.^๒)

๒. ความลาดเอียงด้านข้างของแหล่งน้ำ

ส่วนลักษณะสำคัญของการขุดลอกแหล่งน้ำที่ควรดำเนินการให้ถูกต้อง คือ ความลาดด้านข้างที่ขุดลอกนั้นจะต้องไม่ชันและราบเกินไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำไหลผ่านและกรณีกันสระอยู่เหนือระดับน้ำได้ดิน ดังแสดงในตารางที่ ๒๐ ในส่วนของความลึกน้ำที่ระดับเก็บกักปลายฤดูฝนควรลึกไม่น้อยกว่า ๓.๕๐ เมตร หรือ ๔.๐๐ เมตร เพื่อที่น้ำส่วนหนึ่งระเหยสูญหายในฤดูแล้งแล้วน้ำเหลือใช้เพียงพอต่อความต้องการ

ตารางที่ ๑๘ ลาดด้านข้างของที่เหมาะสมเปลี่ยนไปตามชนิดของดิน

ชนิดของดิน	ลาดด้านข้าง (ระยะตั้ง : ระยะราบ)
คลองขุดในหินแข็ง	๑ : ๐.๒๕
คลองขุดในดินดานแข็ง	๑ : ๐.๕
คลองขุดในดินเหนียวแข็งมากดินดาน และกรวดอัดแน่น	๑ : ๓/๔
คลองขุดในดินเหนียวแน่นซึ่งมีกรวดแทรก	๑ : ๑
ขุดหรือถมบนดินร่วนหรือดินปนกรวด	๑ : ๑.๕
ขุดหรือถมบนดินร่วนปนทราย	๑ : ๒
ขุดหรือถมบนดินทราย	๑ : ๓
ขุดหรือถมบนดินเลนชายทะเล	๑ : ๔ , ๑ : ๕

ที่มา: สวัสดิ์ บางสายน้อย และสันต์ เข้มประเสริฐ (๒๕๒๙)

๓.๑๔ หลักการด้านเศรษฐศาสตร์

การเปรียบเทียบทางการเงินเพื่อคัดเลือกโครงการ เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมของโครงการโดยทั่วไปมีอยู่ ๔ วิธี

๑. การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth Analysis) มูลค่าปัจจุบัน (Present Worth (PW), Present Value (PV) or Net Present Value (NPV)) ของเงินลงทุน (Cost) หรือผลตอบแทน (Revenue) ของแต่ละทางเลือกในการดำเนินโครงการใดๆ สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัด ความคุ้มค่าในการลงทุนได้ ทั้งนี้มูลค่าปัจจุบันขององค์ประกอบในการดำเนินโครงการ อาจแปลงมาจากมูลค่าในอนาคต หรือมูลค่าสม่ำเสมอรายปีก็ได้

๒. การวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Annual Worth Analysis) การเปรียบเทียบทางเลือกด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันในกรณีที่อายุของแต่ละทางเลือกไม่เท่ากัน อาจจำเป็นต้องขยายขอบเขตของ

ระยะเวลาในการวิเคราะห์ออกไป เพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบแต่ละทางเลือกได้ในเวลาเดียวกัน การปฏิบัติดังกล่าวในหลักการสามารถดำเนินการได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วยังทอดระยะเวลานานออกไปก็ยังมี โอกาสที่จะเกิดความผันแปรของสถานการณ์ขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอัตราดอกเบี้ยสถานการณ์ทางการเมือง เศรษฐกิจ โลก ฯลฯ ล้วนส่งผลกระทบต่อความผันแปรของมูลค่าการลงทุนทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้การกระจายเงินลงทุน ออกเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี แทนการรวมเงินลงทุนให้อยู่ในรูปของมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน จะเป็นการลด ความผิดพลาดในการวิเคราะห์ที่เกิดจากสาเหตุข้างต้นได้

๓. การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Analysis) การวิเคราะห์ผล ประโยชน์ ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost Analysis or Benefit/Cost Ratio or B/C Ratio) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการ วิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนของโครงการรัฐ เนื่องจากโครงการของรัฐบาลนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการ เพื่อแสดงหาผลประโยชน์ แต่เป็นไปเพื่อสาธารณะประโยชน์ ดังนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอาจไม่อยู่ในรูปของตัว เงินที่รัฐได้ตอบแทนกลับมา แต่จะอยู่ในรูปของประโยชน์ที่ชุมชนได้รับ อาทิ คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การประหยัด ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การเพิ่มรายได้หรือผลผลิต ความปลอดภัย หรือสุขภาพจิตของคนในชุมชนที่ดีขึ้น เป็นต้น ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ผลประโยชน์ที่ได้รับเหล่านี้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของมูลค่าเงิน เพื่อเปรียบเทียบกับเงินที่ลงทุนไปในโครงการเหล่านั้นจากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนนั้น มีตัวแปรสำคัญอยู่ ๒ ตัวแปร ได้แก่ ผลประโยชน์ และเงินลงทุน ผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการ คือ สิ่งที่เป็นประโยชน์ซึ่งได้รับเพิ่มขึ้นทั้งในด้านทรัพย์สินและสวัสดิการจากโครงการเมื่อ เปรียบเทียบกับสภาพการณ์ที่ยังไม่มีการดำเนินงานตามโครงการ (วิชรินทร์ วิทยกุล, ๒๕๓๙) ผลประโยชน์ในรูป ของสาธารณประโยชน์อันเนื่องมาจากโครงการรัฐ สามารถแบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภท ได้แก่ผลประโยชน์ที่ ได้รับในรูปของการเพิ่มรายได้หรือเพิ่มผลผลิต อาทิ รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการผลผลิตเป็นต้น และผลประโยชน์ที่ ได้รับในรูปของการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดความเสียหาย อาทิ การตัดถนนเส้นใหม่อาจช่วยให้เดินทางถึงที่ หมายได้เร็วขึ้น เป็นการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นต้นเงินลงทุน (Cost) ของโครงการ คือ ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องชำระตลอดการดำเนินงานตามโครงการ จึงเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มแรก ของโครงการและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (วิชรินทร์ วิทยกุล, ๒๕๓๙)

รายละเอียดปลีกย่อยของรายละเอียดเงินลงทุนและผลตอบแทนนั้น จะแตกต่างกันไปในแต่ละ โครงการ ซึ่งจะได้นำเสนอต่อไปในตัวอย่างการคำนวณจากที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อ เงินลงทุนได้จากสมการต่อไปนี้

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\text{ผลประโยชน์ที่ได้รับ}}{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}}$$

$$\text{โดยที่ Capital Recovery Factor (A/P, i\%, n)} \quad A = P \left[\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$\text{Uniform series present worth factor (P/A, i\%, n)} \quad P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n} \right]$$

เมื่อ i = อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่อปี

n = อายุของโครงการ (ปี)

โครงการที่มีค่า B/C ratio มากกว่า ๑ เป็นโครงการที่น่าลงทุน ถ้า B/C ratio น้อยกว่า ๑ จัดว่าเป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน และถ้า B/C ratio เท่ากับ ๑ หมายความว่าโครงการนั้นคุ้มทุนพอดี ไม่ได้กำไรหรือขาดทุนเนื่องจากผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ และค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนที่ต้องชำระนั้น อาจไม่ได้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้หลักการแปลงค่าเงินซึ่งเป็นมูลค่าของผลประโยชน์และเงินลงทุนให้มาอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันตามหลักการแปลงค่าเงินที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้น

๔. การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of Return Analysis) ในการลงทุนในโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานนั้น มักเป็นการลงทุนขนาดใหญ่และใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นที่ผู้ลงทุนจะต้องคำนวณหาอัตราผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับอัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจ (Minimum Attractive Rate of Return, MARR) ซึ่งส่วนมากค่า MARR จะกำหนดจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ หรืออัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ในกรณีที่ผู้ลงทุนใช้วิธีกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินกู้ อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ถูกเลือกจะต้องมีค่าสูงกว่าอัตราเงินกู้ เพื่อที่จะมีเงินจากผลตอบแทนที่เพียงพอสำหรับนำมาชำระให้แหล่งเงินกู้ และในกรณีที่เป็นการลงทุนโดยใช้เงินส่วนตัวของหน่วยงานเอง อัตราผลตอบแทนของโครงการที่ถูกเลือก จะต้องมีค่าสูงกว่าอัตราเงินฝาก เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสำหรับการถอนเงินคงคลังออกจากธนาคาร เพื่อนำมาลงทุนในโครงการดังกล่าว ถ้าอัตราผลตอบแทนที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า MARR ก็สามารถสรุปได้ว่าโครงการดังกล่าวมีความเหมาะสมในการลงทุน หรือในกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบกันหลายโครงการโครงการที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงสุดจะเป็นโครงการที่ได้รับการพิจารณา ทั้งนี้ อัตราผลตอบแทนที่ได้จากการคำนวณนี้ คือ อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของเงินลงทุน (PWD) มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปี ของผลประโยชน์ที่ได้รับ (PWB) ในกรณีที่คำนวณโดยใช้มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Present Worth, PW) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$PW_{n, i\%} = PW_{h, i\%}$$

ในกรณีที่คำนวณโดยใช้มูลค่าเทียบเท่ารายปี (Equivalent Uniform Annual Worth, EUAW) สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$EUAW_{n, i\%} = EUAW_{h, i\%}$$

โดยกำหนดให้ PWD คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของเงินลงทุน (บาท) PWB คือ มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันของผลตอบแทน (บาท) EUAWD คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปี ของเงินลงทุน (บาท) EUAWB คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปี ของผลตอบแทน (บาท) และ $i\%$ คือ อัตราผลตอบแทนต่ำสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปี ของเงินลงทุนมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันหรือมูลค่าเทียบเท่ารายปีของผลประโยชน์ที่ได้รับ

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ขอบเขตงานออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำด้านวิศวกรรม

จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาของพื้นที่ ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วยข้อมูลทุติยภูมิ และปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันครอบคลุมประเด็นปัญหาของสภาพพื้นที่อย่างแท้จริง ได้แก่ ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน ระดับการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดิน ทรัพยากรน้ำ สภาพภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันในด้านกายภาพ ด้านเศรษฐกิจ และสังคม ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน และการรับฟังความคิดเห็นของหน่วยงานในระดับพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์และออกแบบงาน เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ให้มีประสิทธิภาพถูกต้องเหมาะสม และให้ได้เครื่องมือในการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน เพื่อลดอัตราการชะล้างพังทลายและกัดเซาะหน้าดิน และการตกตะกอนดิน อันเป็นผลมาจากการใช้ที่ดินไม่เหมาะสมบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองขมิ้น ลุ่มน้ำสาขาห้วยกระเสียว ลุ่มน้ำหลักท่าจีน ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี เกษตรกรและชุมชนสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้ครอบคลุมการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ในทุกมิติ บนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและชุมชน

๔.๑ การวิเคราะห์ทางด้านชลศาสตร์

๔.๑.๑ แหล่งน้ำต้นทุนที่ได้รับการพัฒนาโดยการขุดลอก

ความต้องการใช้น้ำของพื้นที่บริเวณโครงการ = พื้นที่ (ไร่) x ค่าชลการะ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่) พื้นที่ใช้น้ำจากการขุดลอกคลอง บ่อตักตะกอน สระเก็บน้ำ มีพื้นที่ประมาณ ๑,๔๕๐ ไร่ โดยประเมินค่าการใช้น้ำจากมันสำปะหลังเท่ากับ ๓.๖๘ ลูกบาศก์เมตร/วัน/ไร่ หรือ ๑๓๔๓ ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี(ข้อมูลการใช้น้ำของพืชในภาคกลาง)

จากสมการที่ ความต้องการน้ำของพื้นที่รับประโยชน์ = พื้นที่ (ไร่) x ค่าชลการะ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี)

ดังนั้นความต้องการใช้น้ำ = ๑๔๕๐ x ๑๓๔๓ = ๑,๙๔๗,๓๕๐ ลูกบาศก์เมตร/ปี

การกำหนดขนาดความจุของแหล่งน้ำที่ได้รับการพัฒนา เนื่องด้วยพื้นที่ถูกกำหนดด้วยเขตป่าไม้ จึงสามารถพัฒนาพื้นที่ขุดลอกได้ไม่กว้างนัก เพื่อให้ได้ความจุที่มากที่สุดจึงต้องขุดแหล่งน้ำต้นทุนขึ้น ๘๑ แห่ง ประกอบด้วยสระขนาด ๑๕,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตร ๑ แห่ง สระตักตะกอนในทางน้ำขนาด ๑,๖๐๐ ลูกบาศก์เมตร ๘๑ แห่ง รวมแล้วสามารถเก็บน้ำได้ ๑๕,๐๐๐+๑๒๙,๖๐๐ = ๑๔๔,๖๐๐ ลูกบาศก์เมตร ต่อบรรทุกฝนตกในพื้นที่

สระขนาด ๑๕,๐๐๐ ลูกบาศก์เมตร ๑ แห่ง โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดสระดังนี้

$$V) = (H/3) \times (A_1 + A_2 + (A_1 \times A_2)^{0.5})$$

โดยที่ A_1 = พื้นที่ระดับเก็บกักแหล่งน้ำ A_2 = พื้นที่ระดับกันแหล่งน้ำ

กำหนดพื้นที่ระดับเก็บกักแหล่งน้ำ = ๓,๙๑๖ ตร.ม.

กำหนดพื้นที่ระดับกันแหล่งน้ำ = ๒,๑๕๔ ตร.ม.

กำหนดขนาดความลึกเก็บกัก = ๕.๐๐ ม.

กำหนดความลาดเอียงของแหล่งน้ำ ๑: ๑.๕ เนื่องจากสภาพในพื้นที่นั้นเป็นดินร่วน

ดังนั้น ความจุของแหล่งน้ำ = $(5/3) \times (3916 + 2154 + (3916 \times 2154)^{0.5})$

$$= ๑๕,๐๐๐ \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

สระขนาด ๑,๖๐๐ ลูกบาศก์เมตร ๘๑ แห่ง โดยใช้วิธีการคำนวณขนาดสระดังนี้

$$V) = (H/3) \times (A_1 + A_2 + (A_1 \times A_2)^{0.5})$$

โดยที่ A_1 = พื้นที่ระดับเก็บกักแหล่งน้ำ A_2 = พื้นที่ระดับกันแหล่งน้ำ

กำหนดพื้นที่ระดับเก็บกักแหล่งน้ำ = ๗๘๐ ตร.ม.

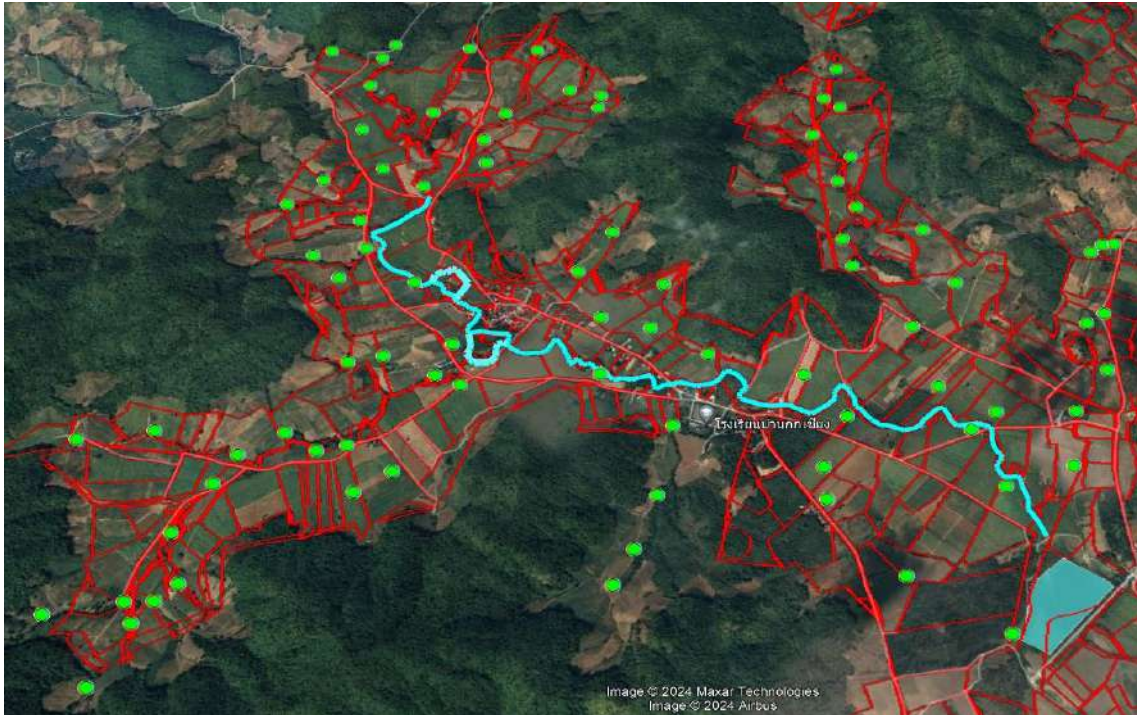
กำหนดพื้นที่ระดับกันแหล่งน้ำ = ๓๓๐ ตร.ม.

กำหนดขนาดความลึกเก็บกัก = ๓.๐๐ ม.

กำหนดความลาดเอียงของแหล่งน้ำ ๑: ๑.๕ เนื่องจากสภาพในพื้นที่นั้นเป็นดินร่วน

ดังนั้น ความจุของแหล่งน้ำ = $(3/3) \times (780 + 330 + (780 \times 330)^{0.5})$

$$= ๑,๖๐๐ \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$



ภาพที่ ๓๔ สระขนาด ๑,๖๐๐ ลูกบาศก์เมตร (ปอดักตะกอน)

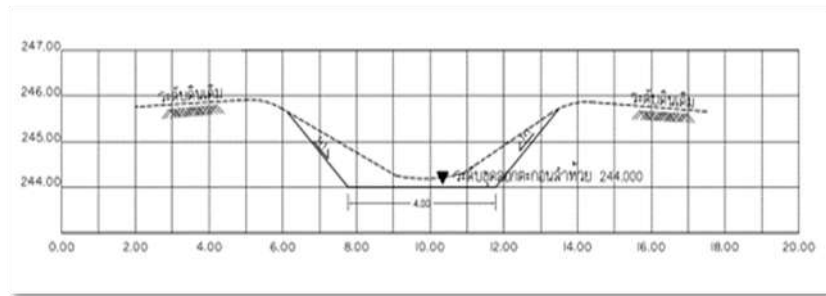
๔.๑.๒ งานออกแบบเบื้องต้นงานชุดลอกลำห้วย คลองส่งน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก และงานฝายน้ำล้น

คลองดิน คือ ทางน้ำเปิดซึ่งขุดหรือเปิดขึ้นในเนื้อดิน ไม่ว่าจะเป็นดินเดิมหรือดินที่ถมขึ้นใหม่ก็ตาม ให้เป็นรูปร่างหน้าตัดตามความต้องการ

แนวทางการออกแบบ จะคำนวณสัดส่วนของคลองโดยใช้สูตรของเชสซี (Chezy's Formular) ซึ่งมีรูปสูตรดังนี้

$$V = C \sqrt{RS} \text{ และจาก } Q = AV$$

คลองดินส่วนใหญ่จะใช้หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยให้ค่าความลาดด้านข้าง (S.S.) เปลี่ยนไปตามสภาพของดินที่ใช้ทำตัวคลอง ระดับขุดลอกถึงระดับคันเดิม ๓.๐๐ เมตร แบ่งเป็น ๓ ช่วงของลำน้ำ



ช่วงที่ ๑ ระยะ STA ๐.๐๐ - ๐.๖๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)
 A = พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.) = $(\frac{1}{2} \times (๓+๙) \times ๓) = ๑๘$
 V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)
 C = สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ = ๐.๐๓๕
 R = ค่า Hydraulic Radius
 $= A / P$ (ม.) = $๑๘ / ๑๑.๔๙ = ๑.๕๗$
 P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร) = ๑๑.๔๙
 S = ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ = ๐.๔๗๗
 $V = C \sqrt{RS}$
 แทนค่าหา V
 $V = ๐.๐๓๕ \sqrt{๑.๕๗(๐.๔๗๗)}$
 $= ๐.๐๓๕ \sqrt{๐.๐๑๓๕}$
 $= ๐.๐๓๕ \times ๐.๑๑๖๒$
 $= ๐.๐๓$ (เมตร/วินาที) ≤ ๑.๐๐ เมตร/วินาที ok

และจาก

$Q = AV$
 $Q = ๑๘ \times ๐.๐๓$
 $Q = ๐.๕๔$ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
 $= ๐.๕๔$ ลูกบาศก์เมตร*๓๖๐๐วินาที
 $= ๑๙๔๔$ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ช่วงที่ ๒ ระยะ STA ๐.๖๐๐ - ๑.๐๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)
 A = พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.) = $(\frac{1}{2} \times (๓+๙) \times ๓) = ๑๘$
 V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)
 C = สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ = ๐.๐๓๕
 R = ค่า Hydraulic Radius
 $= A / P$ (ม.) = $๑๘ / ๑๑.๔๙ = ๑.๕๗$

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร) = ๑๑.๔๙

S = ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ = ๐.๒๑๕

$$V = C \sqrt{RS}$$

แทนค่าหา V

$$V = 0.035 \sqrt{1.57(0.215)}$$

$$= 0.035 \sqrt{0.337}$$

$$= 0.02 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}$$

และจาก

$$Q = AV$$

$$Q = 18 \times 0.02$$

$$Q = 0.36 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}$$

$$= 0.36 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times 3600 \text{ วินาที}$$

$$= 1300 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}$$

ช่วงที่ ๓ ระยะ STA ๑.๑๐๐ - ๑.๔๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (1/2 \times (3+5) \times 3) = 12$$

V = อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)

$$C = \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.035$$

R = ค่า Hydraulic Radius

$$= A/P \text{ (ม.)} = 12 / 11.49 = 1.04$$

P = ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร) = ๑๑.๔๙

S = ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ = ๐.๐๑๙

$$V = C \sqrt{RS}$$

แทนค่าหา V

$$V = 0.035 \sqrt{1.04(0.019)}$$

$$= 0.035 \sqrt{0.02}$$

$$= 0.006 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}$$

และจาก

$$Q = AV$$

$$Q = 12 \times 0.006$$

$$Q = 0.072 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}$$

$$= 0.072 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times 3600 \text{ วินาที}$$

$$= 260 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}$$

ช่วงที่ ๔ ระยะ STA ๑.๔๐๐ - ๑.๖๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$$\begin{aligned}
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (1/2 \times (3+5) \times 3) = 12 \\
 V &= \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.035 \\
 R &= \text{ค่า Hydraulic Radius} \\
 &= A/P \text{ (ม.)} = 12 / 11.5 = 1.04 \\
 P &= \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = 11.5 \\
 S &= \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = 0.002 \\
 V &= C \sqrt{RS} \\
 &\text{แทนค่าหา V} \\
 V &= 0.035 \sqrt{1.04(0.002)} \\
 &= 0.035 \sqrt{0.00208} \\
 &= 0.004 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}
 \end{aligned}$$

และจาก

$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= 12 \times 0.004 \\
 Q &= 0.048 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 &= 0.048 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times 3600 \text{ วินาที} \\
 &= 172.8 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ช่วงที่ ๕ ระยะ STA ๑.๖๐๐ – ๑.๙๐๐

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } Q &= \text{ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (1/2 \times (3+5) \times 3) = 12 \\
 V &= \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.035 \\
 R &= \text{ค่า Hydraulic Radius} \\
 &= A/P \text{ (ม.)} = 12 / 11.5 = 1.04 \\
 P &= \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = 11.5 \\
 S &= \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = 0.002 \\
 V &= C \sqrt{RS} \\
 &\text{แทนค่าหา V} \\
 V &= 0.035 \sqrt{1.04(0.002)} \\
 &= 0.035 \sqrt{0.00208} \\
 &= 0.004 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}
 \end{aligned}$$

และจาก

$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= 12 \times 0.004 \\
 Q &= 0.048 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}
 \end{aligned}$$

$$= 0.49 \text{ ลูกบาศก์เมตร*๓๖๐๐วินาที}$$

$$= ๑๗๕๖ \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}$$

ช่วงที่ ๖ ระยะ STA ๑.๙๐๐ - ๒.๔๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (๑/๒ \times (๓+๙) \times ๓) = ๑๘$$

$$V = \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)}$$

$$C = \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.0๓๕$$

$$R = \text{ค่า Hydraulic Radius}$$

$$= A/P \text{ (ม.)} = ๑๘ / ๑๑.๔๙ = ๑.๕๗$$

$$P = \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = ๑๑.๔๙$$

$$S = \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = 0.๒๓$$

$$V = C \sqrt{RS}$$

แทนค่าหา V

$$V = 0.0๓๕ \sqrt{๑.๕๗(๐.๒๓)}$$

$$= 0.0๓๕ \sqrt{0.๓๖}$$

$$= 0.๐๒๑ \text{ (เมตร/วินาที)} \leq ๑.๐๐ \text{ เมตร/วินาที ok}$$

และจาก

$$Q = AV$$

$$Q = ๑๘ \times 0.๐๒๑$$

$$Q = 0.๓๗ \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}$$

$$= 0.๓๗ \text{ ลูกบาศก์เมตร*๓๖๐๐วินาที}$$

$$= ๑๓๖๐ \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}$$

ช่วงที่ ๗ ระยะ STA ๒.๔๐๐ - ๒.๘๐๐

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (๑/๒ \times (๓+๙) \times ๓) = ๑๘$$

$$V = \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)}$$

$$C = \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.0๓๕$$

$$R = \text{ค่า Hydraulic Radius}$$

$$= A/P \text{ (ม.)} = ๑๘ / ๑๑.๔๙ = ๑.๕๗$$

$$P = \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = ๑๑.๔๙$$

$$S = \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = 0.๒๘๖$$

$$V = C \sqrt{RS}$$

แทนค่าหา V

$$V = 0.0๓๕ \sqrt{๑.๕๗(๐.๒๘๖)}$$

$$= 0.0๓๕ \sqrt{0.๔๕}$$

$$= 0.๐๒๓ \text{ (เมตร/วินาที)} \leq ๑.๐๐ \text{ เมตร/วินาที ok}$$

และจาก

$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= ๑๘ \times ๐.๐๒๓ \\
 Q &= ๐.๔๒ \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 &= ๐.๔๒ \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times ๓๖๐๐ \text{ วินาที} \\
 &= ๑๕๒๑ \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ช่วงที่ ๘ ระยะ STA ๒.๘๐๐ – ๓.๔๐๐

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } Q &= \text{ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (๑/๒ \times (๓+๔) \times ๓) = ๑๘ \\
 V &= \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = ๐.๐๓๕ \\
 R &= \text{ค่า Hydraulic Radius} \\
 &= A/P \text{ (ม.)} = ๑๘ / ๑๑.๔๔ = ๑.๕๗ \\
 P &= \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = ๑๑.๔๔ \\
 S &= \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = ๐.๒๓๔ \\
 V &= C \sqrt{RS} \\
 &\text{แทนค่าหา } V \\
 V &= ๐.๐๓๕ \sqrt{๑.๕๗(๐.๒๓๔)} \\
 &= ๐.๐๓๕ \sqrt{๐.๓๗๕} \\
 &= ๐.๐๒๑ \text{ (เมตร/วินาที)} \leq ๑.๐๐ \text{ เมตร/วินาที ok}
 \end{aligned}$$

และจาก

$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= ๑๘ \times ๐.๐๒๑ \\
 Q &= ๐.๓๗ \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 &= ๐.๓๗ \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times ๓๖๐๐ \text{ วินาที} \\
 &= ๑๓๔๘ \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ช่วงที่ ๙ ระยะ STA ๓.๔๐๐ – ๔.๖๐๐

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } Q &= \text{ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (๑/๒ \times (๓+๔) \times ๓) = ๑๘ \\
 V &= \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = ๐.๐๓๕ \\
 R &= \text{ค่า Hydraulic Radius} \\
 &= A/P \text{ (ม.)} = ๑๘ / ๑๑.๔๔ = ๑.๕๗ \\
 P &= \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = ๑๑.๔๔ \\
 S &= \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = ๐.๒๓ \\
 V &= C \sqrt{RS} \\
 &\text{แทนค่าหา } V
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= 0.035 \sqrt{1.57(0.23)} \\
 &= 0.035 \sqrt{0.359} \\
 &= 0.021 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}
 \end{aligned}$$

และจาก

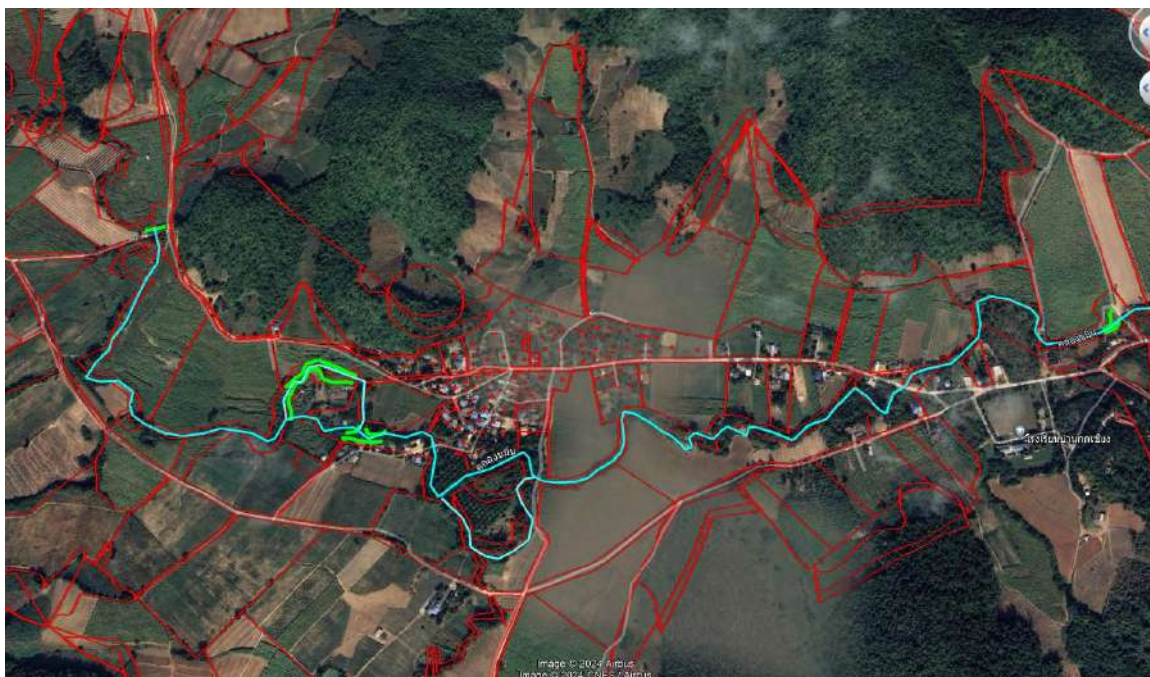
$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= 18 \times 0.021 \\
 Q &= 0.38 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 &= 0.38 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times 3600 \text{ วินาที} \\
 &= 1368 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$

ช่วงที่ ๙ ระยะ STA ๔.๖๐๐ - ๕.๒๐๐

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } Q &= \text{ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของคลองส่งน้ำ (ตร.ม.)} = (1/2 \times (3+5) \times 3) = 12 \\
 V &= \text{อัตราเร็วเฉลี่ยของน้ำในคลอง (เมตร/วินาที)} \\
 C &= \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วของน้ำ} = 0.035 \\
 R &= \text{ค่า Hydraulic Radius} \\
 &= A / P \text{ (ม.)} = 12 / 11.45 = 1.05 \\
 P &= \text{ความยาวเส้นขอบเปียกของหน้าตัดน้ำ (เมตร)} = 11.45 \\
 S &= \text{ส่วนลาดเทของกันคลองในค่าของ} = 0.001 \\
 V &= C \sqrt{RS} \\
 &\text{แทนค่าหา V} \\
 V &= 0.035 \sqrt{1.05(0.001)} \\
 &= 0.035 \sqrt{0.001} \\
 &= 0.001 \text{ (เมตร/วินาที)} \leq 0.00 \text{ เมตร/วินาที ok}
 \end{aligned}$$

และจาก

$$\begin{aligned}
 Q &= AV \\
 Q &= 18 \times 0.001 \\
 Q &= 0.018 \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)} \\
 &= 0.018 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times 3600 \text{ วินาที} \\
 &= 64.8 \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}
 \end{aligned}$$



ภาพที่ ๓๕ ขุดลอกคลองขมิ้นระยะ ๕,๒๐๐ เมตร และแนวกั้นตลิ่ง ๖๙๐ เมตร

๔.๑.๓ คลองคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยม คือ คลองส่งน้ำที่เสริมคลองส่วนที่สัมผัสกับน้ำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ที่นิยมใช้กันคือการตาดผิวคลองด้วยคอนกรีต เพราะมีความแข็งแรง และก่อสร้างได้ง่าย ซึ่งจะช่วยลดการรั่วซึมผ่านตัวคลองส่งน้ำ ลดการพังทลายของลาดด้านข้างคลองส่งน้ำ ป้องกันวัชพืชและลดขนาดของตัวคลองลง ทำให้ประหยัดพื้นที่สำหรับการก่อสร้างด้วย

การคำนวณหาขนาดคลองส่งน้ำในปัจจุบันของกรมชลประทาน ในกรณีที่มีการไหลเป็นแบบ Uniform flow จะใช้สูตร Manning's Formula คือ

$$Q_{\text{design}} = AV$$

เมื่อ Q_{design} = ปริมาณน้ำเพื่อการออกแบบ (ลบ.ม./วินาที)
 A = ๐.๓๐๙ ตร.ม.
 V = ความเร็วของน้ำในคลองระบาย (เมตร/วินาที)

V จะหาได้จากสูตร Manning's Formula ดังนี้

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

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (กำหนดได้ตามสภาพพื้นที่ผิวคลอง)
 = ๐.๐๑๘ (สำหรับคลองตาดคอนกรีต)
 R = ค่า Hydraulic Radius
 = ๐.๓๐๙ / ๑.๘๐
 P = ๑.๘๐ เมตร
 S = ๐.๐๐๐๑๔

สำหรับคลองส่งน้ำที่จัดทำ จะเป็นคลองส่งน้ำขนาดเล็ก แนวคลองจะผ่านพื้นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ มีโอกาสที่จะเป็นคลองลอยค่อนข้างมาก ที่ดินตามแนวคลองจะมีมูลค่าค่อนข้างสูง และคุณภาพของดินที่จะใช้เป็นตัวคลองก็ไม่แน่นอน จึงเลือกกำหนดเป็นคลองคอนกรีตไปทั้งหมด

การคำนวณหาปริมาณน้ำ เพื่อใช้กำหนดขนาดของระบบส่งน้ำในแปลงไรนา จะยังยึดเอามันสำปะหลังเป็นหลัก ในการคิดมีพื้นที่ประมาณ ๑๓๕ ไร่ ที่ได้ใช้น้ำจากสระ ๑๕,๐๐๐ ลบ.ม.ส่งคลองคอนกรีต โดยประเมินค่าชลการะเท่ากับ ๓.๖๘ ลูกบาศก์เมตร/วัน

ความต้องการน้ำของพื้นที่รับประโยชน์จากคลอง = พื้นที่ (ไร่) x ค่าชลการะ (ลูกบาศก์เมตร/วัน/ไร่)

ดังนั้นความต้องการน้ำของโครงการ = ๑๓๕ x ๓.๖๘ = ๔๙๗ ลูกบาศก์เมตร/วัน การคำนวณหาขนาดคลอง จะหาโดยใช้สูตร

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

$$\text{แทนค่า } V = 1/0.0๑๘ \times 0.2^{2/3} \times 0.0๐๐๑๔^{1/2} \\ = 0.๒๒๔๘๐๘ \text{ (เมตร/วินาที)} \leq ๑.๕๐ \text{ เมตร/วินาที ok}$$

$$Q = A \times ๐.๒๒๔๘๐๘ \text{ (เมตร/วินาที)}$$

$$A = ๐.๖ \times ๐.๖$$

$$= ๐.๓๖ \text{ ตารางเมตร}$$

$$Q = ๐.๓๖ \times ๐.๒๒๔๘๐๘ \text{ (เมตร/วินาที)}$$

$$Q = ๐.๐๘๑ \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)}$$

$$= ๐.๐๘๑ \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times ๓๖๐๐ \text{ วินาที}$$

$$= ๒๙๑.๖ \text{ ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง}$$

$$= ๒๙๑.๖ \text{ ลูกบาศก์เมตร} \times ๒๔ \text{ ชั่วโมง}$$

$$= ๖,๙๙๘.๔ \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}$$

สรุปเลือกใช้คลองสี่เหลี่ยม ขนาดกว้าง ๐.๖๐ เมตร สูง ๐.๖๐ เมตร ในการส่งน้ำในพื้นที่

๔.๑. ๔ งานออกแบบเบื้องต้นงานฝายน้ำล้น

ใช้กับอาคารชลประทานทางข้ามตัวที่ ๑,๒ และ ฝายน้ำล้นตัวที่ ๑

$$\text{จากสูตร} \quad T_c = \left[0.87 \frac{L^3}{H} \right]^{0.3๘๕}$$

เมื่อ T_c คือ ระยะเวลาน้ำไหลรวม (ชั่วโมง)

L คือ ๔.๙๕ กิโลเมตร

H คือ ๕๖ เมตร

$$T_c = ๑.๒๘ \text{ ชั่วโมง}$$

จากสูตร

$$Q = ๐.๒๗๘ CIA$$

C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า = ๐.๓

i คือ ปริมาณน้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ออกแบบที่ ๒๕ ปี (มม./ชม.) = ๖๕
(ภาพที่ ๑๑ IDF curve ของอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี)

A คือ พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) = ๙ ตร.กม.

แทนค่าหา Q

$$Q = 0.278 \times 0.3 \times 65 \times 9 \\ = 48.79 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

หาความยาวสันฝาย (L) ใช้สูตร

$$L = Q/CH^{3/2}$$

C = ค่าคงที่ของการไหลผ่านสันฝาย (แล้วแต่ชนิดฝาย)

H = ค่าความลึกของน้ำเหนือสันฝาย

แทนค่าหา L

$$L = 48.79 / (0.82 \times 0.50^{3/2}) \\ = 14.59$$

เลือกออกแบบที่

$$L = 16.00$$

ใช้กับฝายน้ำล้นตัวที่ ๑, ๒ และ ๓

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

เมื่อ T_c คือ ระยะเวลาน้ำไหลรวม (ชั่วโมง)

L คือ ๑ กิโลเมตร

H คือ ๖ เมตร

$$T_c = 0.48 \text{ ชั่วโมง}$$

จากสูตร

$$Q = 0.278CIA$$

C คือ สัมประสิทธิ์น้ำท่า = ๐.๓

i คือ ปริมาณน้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ออกแบบที่ ๒๕ ปี (มม./ชม.) = ๑๓๐
(ภาพที่ ๑๑ IDF curve ของอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี)

A คือ พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.) = ๙ ตร.กม.

แทนค่าหา Q

$$Q = 0.278 \times 0.3 \times 130 \times 9 \\ = 66.14 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

หาความยาวสันฝาย (L) ใช้สูตร

$$L = Q/CH^{3/2}$$

C = ค่าคงที่ของการไหลผ่านสันฝาย (แล้วแต่ชนิดฝาย)

H = ค่าความลึกของน้ำเหนือสันฝาย

แทนค่าหา L

$$L = 66.14 / (1.82 \times 1.50^{3/2})$$



ภาพที่ ๓๖ จุดคาดการณ์การวางอาคารชลประทาน

๔.๒ การวิเคราะห์ความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

เมื่อการดำเนินการวางแผนโครงการเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการดังกล่าวมีความเหมาะสมคุ้มค่ากับการลงทุนเพื่อที่จะดำเนินการต่อไปหรือไม่ โดยพิจารณาจากอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและราคาต้นทุนโครงการทั้งหมด ซึ่งโดยทั่วไปควรมีค่าไม่ต่ำกว่า ๑ ซึ่งเป็นโครงการที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากภาครัฐ และเป็นโครงการบรรเทาความเดือดร้อนขั้นพื้นฐานให้กับราษฎรที่มีรายได้ต่ำ ดังนั้นในการพิจารณาโครงการบางครั้งจึงมิได้คำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ที่จะได้รับและราคาต้นทุนโครงการมากนัก ซึ่งผลประโยชน์ที่ได้รับ อาจพิจารณาออกมาเป็นมูลค่าในรูปของทรัพย์สิน เช่น ผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้นในบริเวณพื้นที่เป้าหมายหลังจากการก่อสร้างโครงการแล้ว หรือการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของราษฎรบริเวณพื้นที่โครงการและบริเวณใกล้เคียง ซึ่งในบางกรณีผลประโยชน์ที่ได้รับ ก็ไม่สามารถจะคิดเป็นมูลค่าได้ เช่น ความพึงพอใจของราษฎร หรือการที่ราษฎรมาจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำแล้วทำให้เกิดการรักสามัคคี มีความร่วมแรงร่วมใจในการประกอบกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นในการพิจารณาอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ที่จะได้รับและราคาต้นทุนโครงการทั้งหมด ของโครงการดังกล่าวนี้จึงสามารถพิจารณาได้ดังนี้

๑. การพิจารณาผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ หลังจากโครงการดังกล่าวได้รับงบประมาณทำการก่อสร้างแล้ว การประกอบอาชีพ ประชากรส่วนใหญ่ในทุกตำบลประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำนา ทำไร่ ทำสวน และเลี้ยงสัตว์ เป็นการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเพื่อบริโภคและเพื่อจำหน่าย ส่วนอาชีพอื่นๆ มีรับ

ราชการ รัฐวิสาหกิจ พนักงานเอกชน ธุรกิจส่วนตัว รับจ้างทั่วไป ค้าขาย และอื่นๆ จำนวนครัวเรือนเกษตรเฉลี่ยประมาณ ๑๔๕.๔ ครัวเรือนต่อหมู่บ้าน หรือร้อยละ ๔๕.๖๔ ของครัวเรือนทั้งหมด โดยมีพื้นที่เกษตรเฉลี่ย ๑๓.๓๐ ไร่ต่อครัวเรือน จำนวนแรงงานภาคเกษตรเฉลี่ย ๒.๕ คนต่อครัวเรือน มีรายได้เฉลี่ย ๑๑๓,๘๐๖ บาทต่อคนต่อปี

จำนวนครัวเรือนเกษตรเฉลี่ยประมาณ ๑๔๕.๔ x จำนวนแรงงานภาคเกษตรเฉลี่ย ๒.๕ คนต่อครัวเรือน เท่ากับ ๓๖๓.๕ คนต่อหมู่บ้าน มีรายได้เฉลี่ย ๙๓,๗๑๖.๕ บาทต่อคนต่อปี

$$\text{ผลประโยชน์ที่ได้ก่อนดำเนินโครงการ} = (๓๖๓.๕ \times ๓ \times ๙๓,๗๑๖.๕)$$

$$= ๑๐๒,๑๙๗,๒๙๘ \text{ บาท}$$

$$\text{ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้หลังดำเนินโครงการ} = ๑๐๒,๑๙๗,๒๙๘ \times ๕\%$$

$$= ๕,๑๐๙,๘๖๔.๙ \text{ บาท}$$

ราคาโครงการดำเนินการก่อสร้างเบื้องต้น เป็นเงิน ๕๐,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ บาท

ดังนั้นในการประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ จึงแสดงได้ในรูปแบบของอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุน

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{ผลประโยชน์ที่ได้รับ}}{\text{เงินลงทุนทั้งหมด}}$$

โดยที่ Capital Recovery Factor)A/P,i%,n (

$$A = P \left[\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Uniform series present worth factor)P/A,i%,n(

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i (1+i)^n} \right]$$

เมื่อ i = อัตราดอกเบี้ยร้อยละต่อปี อัตราดอกเบี้ยใช้ = ๖ %

n อายุของโครงการ ประเมินไว้ที่ (ปี) อายุของโครงการ = ๒๐ ปี

เมื่อ ค่าลงทุน

C) ค่าซ่อมบำรุงรักษารายปี + (ค่าก่อสร้างโครงการ) = ๓% ของค่าก่อสร้างโครงการ(

$$= ๕๐,๐๐๐,๐๐๐.๐๐) + (๐.๐๓ \times ๕๐,๐๐๐,๐๐๐.๐๐) (P/A,i\%,n($$

$$= ๕๐,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ + (๑,๕๐๐,๐๐๐.๐๐ \left[\frac{(๑.๐๖)^{๒๐} - ๑}{๐.๐๖ (๑.๐๖)^{๒๐}} \right]$$

$$= ๕๐,๐๐๐,๐๐๐.๐๐ + (๑,๕๐๐,๐๐๐.๐๐ \times ๑๑.๔๗๐)$$

$$= ๖๗,๒๐๕,๐๐๐ \text{ บาท}$$

เมื่อ ผลประโยชน์ที่ได้รับ B

$$= 5,109,864.9 \text{ บาท ต่อ ปี}$$

$$= 5,109,864.9 \text{) } P/A, i\%, n($$

$$= 5,109,864.9 \left[\frac{(1 + 0.06)^{20} - 1}{0.06(1 + 0.06)^{20}} \right]$$

$$= 5,109,864.9 \times (2.2071 / 0.1274)$$

$$= 5,109,864.9 \times 17.322$$

$$= 88,610,150.40 \text{ บาท}$$

$$\text{ดังนั้น B/C ratio} = 88,610,150.40 / 67,205,000.00 \\ = 0.87$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ)Net Present Value :NPVที่ (ค่าเสียโอกาสเงินทุนร้อยละ ๖ ต่อปีมีค่าเป็น

$$= 67,205,000 - 88,610,150 \text{ บาท}$$

$$= -21,405,150 \text{ บาท}$$

จากค่าอัตราส่วนระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นหลังจากการก่อสร้าง=กับค่าลงทุนก่อสร้าง)B/C Ratio ที่ได้มา มีค่าเท่ากับ (๐.๘๗ และมีค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ Net Present Value เท่ากับ -๒,๕๔๔,๘๕๐ บาท เป็นค่าทางบวก แสดงว่าโครงการดังกล่าวมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ และเหมาะสมที่จะดำเนินการต่อไป

และการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินเพื่อพัฒนาแนวทางในระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบมีส่วนร่วมของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลองกระเสียว ลุ่มน้ำหลักแม่น้ำท่าจีน บ้านห้วยขมิ้น ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ระยะเวลาดำเนินการระหว่างปีพ.ศ.๒๕๖๗-๒๕๖๘

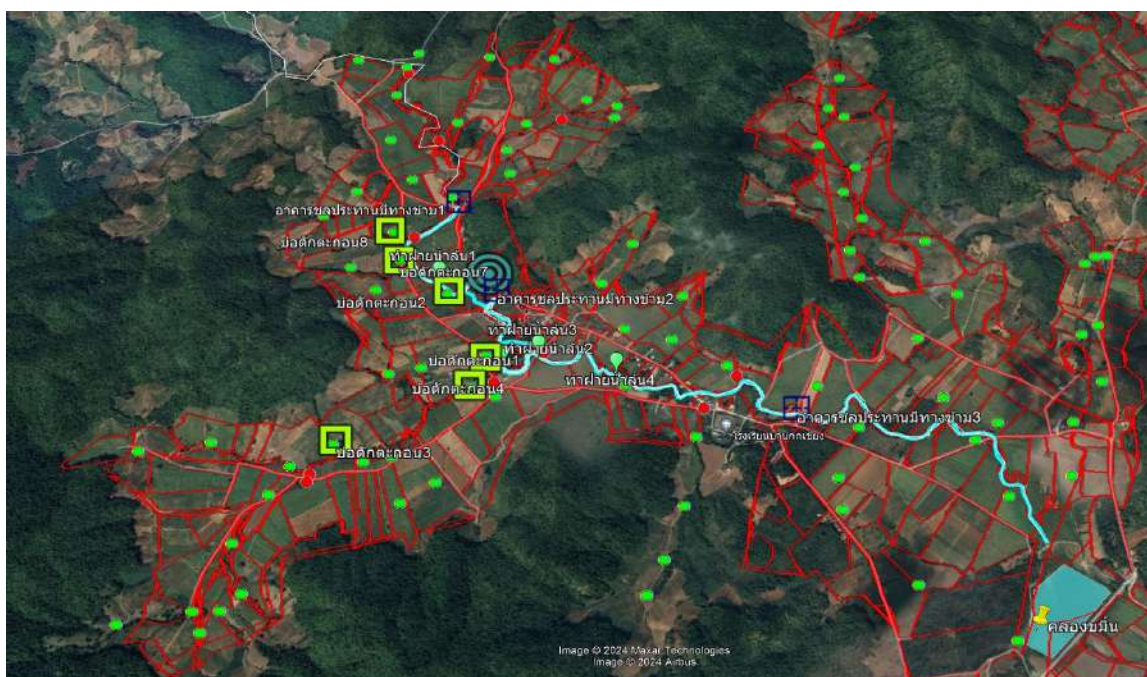
ตารางที่ ๑๙ งบประมาณราคาโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ลำดับ	กิจกรรม	จำนวน	หน่วย	งบประมาณ (ล้านบาท)
1	สระน้ำขนาด 15000	1	แห่ง	0.45
2	สระน้ำขนาด 1600	81	แห่ง	3.88
3	ฝายน้ำล้น	4	แห่ง	16.0
4	อาคารชลประทาน	3	แห่ง	13.5
5	แนวป้องกันตลิ่ง	690	เมตร	4.5
6	ขุดลอกคลอง	5200	เมตร	2.56
7	ระบบกระจายน้ำ	1	แห่ง	2.5
8	สนับสนุนปัจจัยการผลิต	500	ไร่	1.2
	รวม			44.59

บทที่ ๕

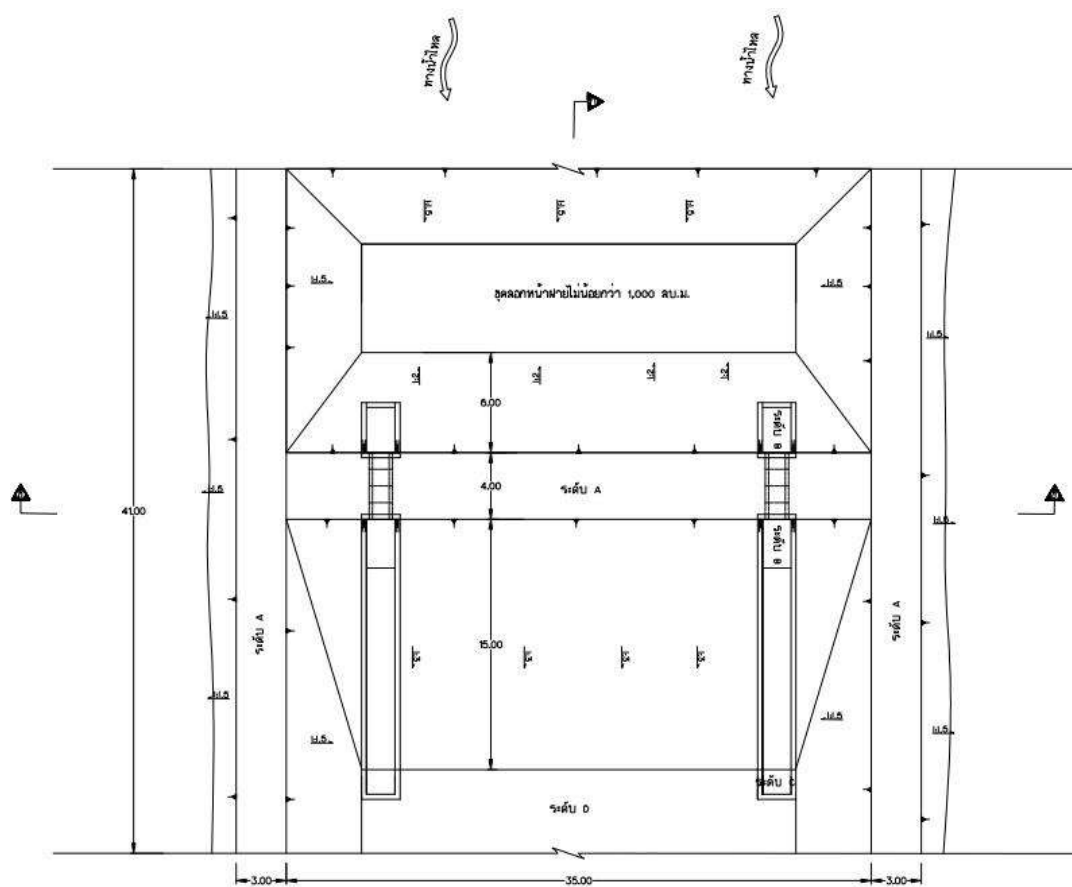
สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะแบบผังรวมโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ในการวางแผนออกแบบงานระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่คลองขมิ้น กลุ่มน้ำสาขาลองกระเสียว กลุ่มน้ำหลักท่าจีน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ได้พิจารณาประเด็นคำถามด้านความรู้ความเข้าใจและลำดับความสำคัญความต้องการวิธีการรักษาและป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดินมาพิจารณากำหนดมาตรการด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ ร่วมกับประเด็นปัญหาและความต้องการจากการจัดประชุมเพื่อปรึกษาพิจารณา สรุปจากการจัดลำดับความสำคัญตามเกณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว มาพิจารณาเพื่อกำหนดพื้นที่และมาตรการ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ดำเนินการ เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและการติดตามประเมินผลตัวชี้วัด ประเด็นปัญหาจากการปรึกษาพิจารณาพบว่าชาวบ้านส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาตะกอนทับถมในลำห้วยจำนวนมาก และมีการขวางตัวของตะกอนในลำน้ำทำให้ลำน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการกัดเซาะบริเวณทางโค้งลำน้ำ อีกทั้งตะกอนที่พัดพาไปตามลำน้ำห้วยขมิ้นจะลงไปทับถมในเขื่อนกระเสียว ลำห้วยและแหล่งน้ำที่มีอยู่ต้นเขิน ขาดแหล่งกักเก็บน้ำที่เพียงพอ ขาดระบบจัดส่งน้ำ จึงได้กำหนดมาตรการด้านการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ดำเนินการคลองขมิ้น



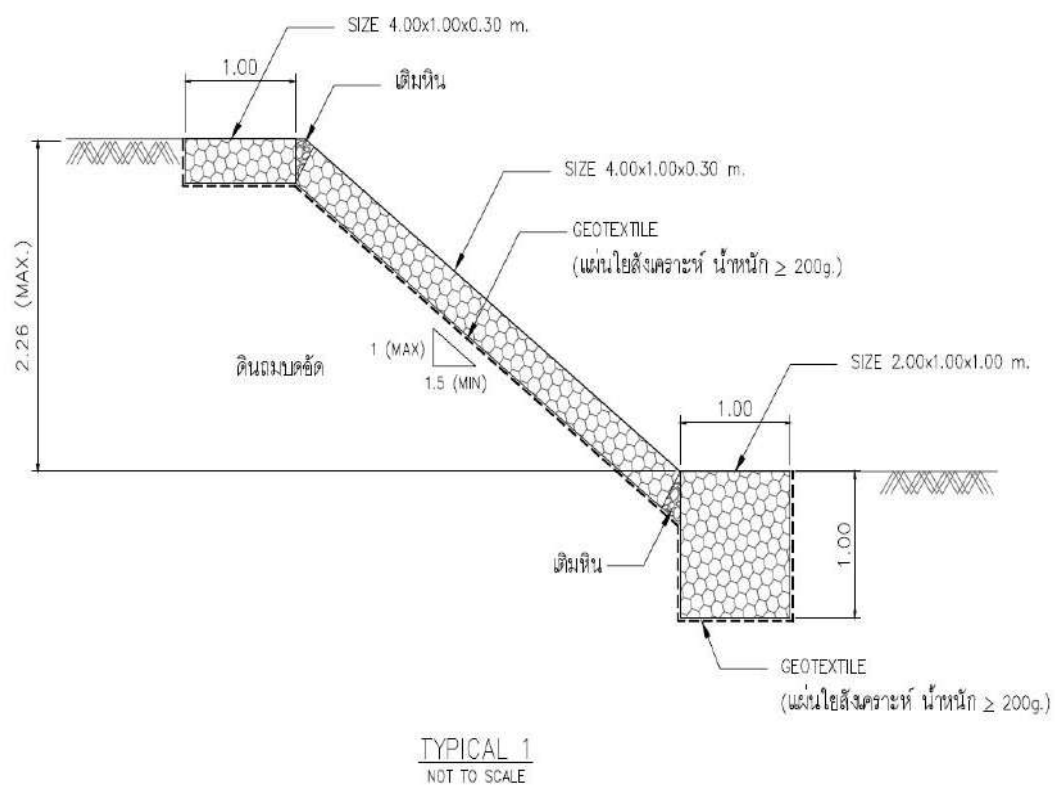
ภาพที่ ๓๗ พื้นที่ลุ่มน้ำเป้าหมายในแผนปฏิบัติการเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่คลองขมิ้น กลุ่มน้ำสาขาลองกระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี

แผนงานโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน
และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี ๒๕๖๗



ภาพที่ ๓๘ ตัวอย่างฝายดักตะกอน เพื่อลดการพัดพาดินทางน้ำ

แผนงานโครงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน
และฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมด้วยระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี ๒๕๖๗



ภาพที่ ๓๙ ตัวอย่างแกเบียนเพื่อกันป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง

สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้างในพื้นที่รับน้ำ



ภาพที่ ๔๑ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง



ภาพที่ ๔๒ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง

สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้างในพื้นที่รับน้ำ



ภาพที่ ๔๓ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง



ภาพที่ ๔๔ สภาพพื้นที่ ที่เกิดการชะล้าง