ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารวิชาการ

เรื่อง

การจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ
ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม
บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

โดย

นายดนัย พรอำนวยลาภ

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
มิถุนายน 2562

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารวิชาการ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน
วันที่ 06 พ.ย. 2562
เลขหมู่ 631.45 ก1231
เลขทะเบียน ล10212

เรื่อง

การจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ
ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม
บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

โดย

นายดนัย พรอำนวยลาภ

กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
มิถุนายน 2562

631.45
ก1231

สารบัญ

	หน้า
สารบัญเรื่อง	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(4)
สารบัญตารางภาคผนวก	(6)
สารบัญภาพภาคผนวก	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไป	10
2.1 ที่ตั้ง อาณาเขต และการคมนาคม	10
2.2 สภาพภูมิอากาศ	10
2.3 ลักษณะภูมิประเทศ	13
2.4 ทรัพยากรดิน	16
2.5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน	18
2.6 สภาพเศรษฐกิจและสังคม	21
บทที่ 3 การตรวจเอกสาร	23
3.1 จังหวัดน่าน	23
3.2 ลักษณะการพิบัติของลาดดิน	26
3.3 การลดความเสี่ยงจากการพังทลายของชั้นดินและหิน	30
3.4 การชะล้างพังทลายของดิน	30
3.5 การจัดการดินสำหรับการปลูกพืช	35
3.6 สมการการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation)	39
3.7 การซึมน้ำผ่านผิวดิน	46
3.8 การประเมินอัตราและปริมาณน้ำไหลบ่า	50
3.9 การอนุรักษ์ดินและน้ำ	52
บทที่ 4 ผลการศึกษา	59
4.1 การวิเคราะห์พื้นที่และวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	59
4.2 การก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	74
4.3 การประเมินการสูญเสียดินก่อนและหลังดำเนินการ	77
4.4 ความพึงพอใจของเกษตรกร	78

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	81
5.1 สรุปผลการศึกษา	81
5.2 ข้อเสนอแนะ	82
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	82
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	87
ค่าวิเคราะห์ดิน	88
แบบสัมภาษณ์สำหรับงานวิชาการ	90

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย	7
2	สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดน่าน (พ.ศ. 2546-2555)	12
3	ลักษณะภูมิประเทศของโครงการ	13
4	สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน	18
5	รายชื่อเกษตรกร และเอกสารสิทธิ์ถือครองที่ดิน	21
6	ระดับชั้นความซาบซึมน้ำของดิน (Permeability classes) โดยเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) และดัชนีความซาบซึมน้ำของดิน (soil permeability)	42
7	ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน จำแนกตามภูมิภาคต่าง ๆ	44
8	ค่า C-factor ของประเภทการใช้ที่ดินหลัก	45
9	ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor)	46
10	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่า (C)	51
11	พื้นที่รับน้ำย่อยของโครงการ	59
12	แสดงอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด ความเข้มของฝน (i) และช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดทางออก (T_c) แต่ละพื้นที่รับน้ำย่อย	60
13	ทรัพยากรดินที่พบในพื้นที่ของโครงการ	62
14	สมบัติทางเคมีของดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว	64
15	สมบัติทางเคมีของดินชุดดินลี้	65
16	สมบัติทางเคมีของดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก	66
17	สมบัติทางเคมีของดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึกมาก	67
18	ผลวิเคราะห์ดินก่อน - หลังดำเนินการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	68
19	ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K)	77
20	การประเมินปริมาณการสูญเสียดินก่อน และหลังดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	79
21	ระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ	80

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve ของ อ.เมือง จ.น่าน (2533-2553)	4
2	การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน	6
3	ภาพตัดขวางการก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา	8
4	แผนที่ที่ตั้ง และขอบเขตโครงการ	11
5	สมดุลน้ำเพื่อการเกษตร จังหวัดน่าน	13
6	แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสีของโครงการ	14
7	แผนที่ความลาดชันของโครงการ	15
8	หน้าตัดดินชุดดินวังสะพุง	17
9	หน้าตัดดินชุดดินลี้	17
10	แผนที่ทรัพยากรดินของโครงการ	19
11	แผนที่สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการ	20
12	แผนที่ถือครองเอกสารสิทธิ์	22
13	ลักษณะการวิบัติของลาดดินและหินแบบการร่วงหล่น (Falls)	26
14	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบกลิ้งไปข้างหน้า (Topples)	27
15	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนไถลแบบหมุน (Rotational Slide)	27
16	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนไถลแบบระนาบ (Translational Slide)	28
17	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนตัวออกทางด้านข้าง (Lateral Spread)	28
18	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเคลื่อนที่ของมวลดิน (Soil Creep)	29
19	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Debris Flow	29
20	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Avalanche Flow	30
21	ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Earth Flow	30
22	แผนภาพโมโนกราฟ สำหรับหาค่า K-factor ในสมการ USLE	43
23	แผนที่พื้นที่รับน้ำย่อยของพื้นที่โครงการ	61
24	แผนที่ทรัพยากรดินค่อนข้างละเอียดของพื้นที่โครงการ	70
25	แนวคิดและรูปแบบการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	71
26	แผนที่แบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของโครงการ	73
27	การก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) (a) ใช้แรงงานคนในการขุด และ (b-c) ลักษณะการตัดหน้าดินเมื่อขุดเสร็จแล้ว และระยะห่างของแต่ละคัน	74
28	(a,d) การก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา (b) วางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก พร้อมยาแนวประสานท่อ และ (c) การย้ายดินถมท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	การปลูกหญ้าแฝกแบบรากเปลือย (a) เริ่มปลูกในต้นฤดูฝนบนขอบคูรับน้ำขอบเขา และ (b) ตัดใบเมื่ออายุครบ 3 เดือน คลุมโคนไม้ยืนต้น	76
30	การส่งเสริมการปลูกไม้ผล (a-b) เกษตรกรรับปุ๋ยหมัก และต้นไม้	76
31	สภาพต้นไม้ที่ได้ปลูกในพื้นที่ (a-b) ต้นมะม่วงหิมพานต์ อายุ 3 ปี ปลูกตามแนวระดับ และบนคูรับน้ำขอบเขา	77

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	แสดงระดับสมบัติทางเคมีของดิน	88
2	ระดับค่าพีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	89
3	ค่าโดยประมาณความต้องการปริมาณหินปูนบดละเอียดหรือแคลเซียมคาร์บอเนต และนำไปใช้ในการปรับค่าพีเอชของดินให้เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช โดยพิจารณาจากค่าพีเอชเดิม	89
4	การเปรียบเทียบฤทธิ์ด่างของปูนชนิดต่าง ๆ กับแคลเซียมคาร์บอเนต	90

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	คณะกรรมการสำรวจออกแบบล่วงหน้า สำรวจสภาพพื้นที่จริง เพื่อออกแบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	93
2	ภาพกิจรรมการดำเนินงาน (a) ประชุมชี้แจง ทำความเข้าใจกับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ (b) เก็บตัวอย่างดินก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	94
3	สภาพพื้นที่ก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ	95
4	การทำแนวระดับ โดยใช้กล้องส่องระดับ ระยะห่างในแนวดิ่ง (VI = 6 เมตร)	95
5	(a) การก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา แบบที่ 6 โดยใช้แรงงานคนขุด (b) ลักษณะคูรับน้ำขอบเขา เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ความกว้าง 1.50 เมตร ความลึกของดินตัด 0.50 เมตร	96
6	การวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อระบายน้ำในพื้นที่	97
7	การก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา รถไถตัดหน้าดินเดิมออก	97
8	(a) การปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล ร่วมกับหญ้าแฝก บนคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) (b) การตัดใบหญ้าแฝก คลุมโคนต้น เมื่ออายุแฝก อายุ 3 เดือน	98
9	การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น (a) รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมัก และหินฟอสเฟต (b) รูปแบบการปลูกตามแนวคันดิน	99
10	งานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (a) ป้ายโครงการ (b) คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) และทางลำเลียงในไร่นา	100
11	สอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ	101

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ก่อให้เกิดผลกระทบต่างๆ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้ลักษณะของฝนมีความรุนแรงมากขึ้นและเกิดภาวะฝนตกหนัก แสงจันทร์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงดัชนีความแรงของฝนในประเทศไทย ในช่วงปี 2508-2549 พบว่า มีการเพิ่มขึ้นทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ซึ่งส่งผลให้เกิดอุทกภัยและภัยดินถล่มตามมาในพื้นที่เสี่ยงภัยที่ลาดชันเชิงเขาที่มีการสะสมตัวของชั้นดินและชั้นหินผุ การแทรกตัวของน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีมากขึ้น ทำให้ความดันระหว่างมวลเม็ดดินหรือหิน (pore pressure) เพิ่มสูงขึ้นตามมา เมื่อถึงจุดวิกฤติมวลดินหรือหินเหล่านี้ไม่สามารถคงสภาพเสถียรได้ ก็จะเกิดการวิบัติขึ้นเป็นปรากฏการณ์ดินถล่ม สาเหตุของดินถล่มมักเกิดจากขบวนการทางธรรมชาติ เช่น ฝนและความชื้นในดิน การกัดกร่อนผุพังของดินและหิน การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าจากไฟป่า เป็นต้น แต่ในปัจจุบันกิจกรรมที่มนุษย์เข้าไปรบกวนธรรมชาติมีมากขึ้น อาจเป็นสาเหตุของดินถล่มได้ เช่น การรุกล้ำเขตป่าและปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การก่อสร้างและปรับเปลี่ยนความชันของเขา เป็นต้น

กรมทรัพยากรธรณี (2554) และกรมพัฒนาที่ดิน (2558) ได้กล่าวว่า ปัจจัยการเกิดดินถล่ม มี 4 ด้าน ได้แก่ สภาพธรณี สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งลักษณะทางธรณีวิทยาของจังหวัดน่าน ด้านตะวันออก จะเป็นหินตะกอนจำพวกกรวดมน หินทราย หินดินดาน และหินโคลน ตอนกลางของจังหวัด จะเป็นหินตะกอนและหินอัคนี ด้านตะวันตก เป็นหินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลน และพบหินอัคนีจำพวกหินแกรนิต และหินไพรอกซีไนต์ ปรากฏเป็นหย่อมในเขตอำเภอบ่อเกลือ สันติสุข และแม่จริม โครงสร้างทางธรณีวิทยา มีลักษณะเป็นชั้นหินคดโค้งแบบประทุนคว่ำและประทุนหงายสลับกัน และยังพบกลุ่มรอยเลื่อนปัวที่เป็นรอยเลื่อนมีพลังและมีโอกาสเคลื่อนตัวอีกครั้ง ประกอบกับสภาพภูมิประเทศ เป็นภูเขาสูง มีความสูง 600-1,200 เมตร เหนือระดับทะเลปานกลาง มีความลาดชันเกินกว่า 30 องศา และยังมีลำธารและลำห้วยจำนวนมาก ในฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,300 มิลลิเมตรต่อปี ในปัจจุบันมีการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าต้นน้ำ เพื่อใช้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และข้าวไร่แบบหมุนเวียน จำนวนมาก จนทำให้กลายเป็นภูเขาหัวโล้น ขาดต้นไม้ใหญ่ที่มีระบบรากยึดเหนี่ยวหน้าดิน เมื่อมีฝนตกติดต่อกันหลายวัน ดินอุ้มน้ำไม่ไหวก็จะเริ่มเกิดเป็นดินแยกและพังถล่มลงมาในที่สุด

เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 เกิดเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากที่บ้านสบปืน หมู่ที่ 2 ตำบลห้วยโก๋น อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และที่บ้านน้ำพิ ตำบลทุ่งช้าง อำเภอทุ่งช้าง (กรมทรัพยากรธรณี, 2554) สาเหตุหลักนอกจากคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่แล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่มีส่วนช่วยให้เกิดปัญหาดินถล่มและน้ำท่วม ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า เพื่อปลูกพืชไร่ ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก เนื่องจากไม่มีพืชปกคลุมหน้าดิน และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม พื้นที่มีความลาดเทสูง ซึ่งเป็นองค์ประกอบทำให้เกิด

ปัญหาดังกล่าว ความเสียหายที่เกิดแก่พื้นที่ จะเกี่ยวกับการสูญเสียหน้าดิน ซึ่งเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารของพืช

กรมพัฒนาที่ดิน จึงได้ทำโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม เพื่อป้องกันและฟื้นฟูพื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม อนุรักษ์ดินและป่าต้นน้ำลำธารให้ยั่งยืน และปรับสภาพพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมและพื้นที่การเกษตรให้เป็นป่าธรรมชาติ โดยการดำเนินการอนุรักษ์ดินและน้ำ ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝก และทำร่องกักตะกอนดิน มาตรการวิธีกล ได้แก่ คูรับน้ำขอบเขา และทางลำเลียงในไร่นา ร่วมกับการปลูกหญ้าแฝก เพื่อชะลอความเร็วของน้ำที่ไหลลงมาจากด้านบน พร้อมสนับสนุนให้เกษตรกรมีการปลูกพืชไม้โตช้าหรือไม้โตเร็ว ป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง สถานีพัฒนาที่ดินน่าน จึงได้คัดเลือกพื้นที่ บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม ตามรายงานแผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ในการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม

1.2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม

1.3 ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินงาน

1.3.1 ระยะเวลาดำเนินงาน เดือนตุลาคม 2558 ถึง เดือนกันยายน 2559

1.3.2 สถานที่ดำเนินงาน บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1.4.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

1) การคัดเลือกพื้นที่ โดยพิจารณาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยต่อดินถล่ม พื้นที่ต้องมีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ อยู่นอกเขตป่าไม้ตามกฎหมาย หากอยู่ในเขตป่าจะต้องมีเอกสารยินยอมจากเจ้าหน้าที่ของกรมป่าไม้ เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และเกษตรกรมีความพร้อม และยอมรับเข้าร่วมโครงการในรูปแบบที่ดำเนินการภายใต้โครงการ

2) เตรียมข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ หรือแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม พร้อมเส้นชั้นความสูง ระบุตำแหน่งสำคัญของหมู่บ้าน มาตราส่วน 1: 4,000

3) นัดประชุมเกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย เพื่อชี้แจงถึงหลักการเหตุผล วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่เกษตรกรจะได้รับ รับสมัครเกษตรกรที่สนใจจะเข้าร่วมโครงการ โดยพิจารณาจากพื้นที่เป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ประมาณ 200-300 ไร่ วงรอบขอบเขตพื้นที่ที่จะดำเนินการ มาตราส่วน 1:50,000 ส่งคณะทำงานออกแบบล่วงหน้า สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7

4) คณะทำงานออกแบบล่วงหน้า สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 7 ตรวจสอบความถูกต้องของวงรอบ ต้องไม่อยู่ในเขตป่าไม้ เขตอุทยาน กรณีอยู่ในเขตป่าไม้ ต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์พื้นที่

5) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานในพื้นที่จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลที่มีในชุมชน ได้แก่ ถนน หมู่บ้าน ลำน้ำ แหล่งน้ำ พื้นที่ชลประทาน การถือครองที่ดิน สภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม และสภาพปัญหาของพื้นที่ที่มีความจำเป็นต้องแก้ไขเร่งด่วน

6) สำรวจข้อมูลทรัพยากรดิน และสมบัติทางกายภาพดิน เพื่อกำหนดค่าปัจจัยความคงทนของดิน (K)

7) วางแผนและกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยใช้แผนที่มาตราส่วน 1:4,000 ร่วมกันระหว่างคณะทำงานฯ และเกษตรกรเจ้าของพื้นที่

8) จัดทำแผนงาน แบบแปลนมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และคำของบประมาณในการดำเนินการ เพื่อขออนุมัติและขอรับการจัดสรรงบประมาณ

9) ดำเนินการตามแผนงานที่กำหนดไว้ เมื่อได้รับการสนับสนุนงบประมาณต่อไป

10) ประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

1.4.2 วิธีการดำเนินงาน

1) การวิเคราะห์พื้นที่เพื่อพิจารณาในการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยพิจารณาข้อมูล ดังนี้

(1) แผนที่ขอบเขต / ระดับ ทำให้ทราบถึงขอบเขตที่แท้จริง บริเวณใดเป็นที่สูงหรือที่ต่ำและมีความลาดเทของพื้นที่ไปทางทิศใด น้ำไหลบ่าไปทางทิศใดของบริเวณพื้นที่แต่ละแห่งและไปลงลำห้วยใด เพื่อประโยชน์ในการคำนวณอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด (Q) โดย Rational Method (Viessman and Lewis 1995)

ขั้นตอนการคำนวณอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด มีดังนี้

- ศึกษาและรวบรวมข้อมูลลักษณะพื้นที่รับน้ำ และลักษณะฝนได้แก่ ขนาดพื้นที่รับน้ำ (A) ระยะทางที่น้ำวิ่งก่อนถึงจุดปลายสุดของลุ่มน้ำ (โดยประมาณ) ความลาดของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมที่ดิน และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม-ระยะเวลาฝนตก-ปริมาณน้ำฝน ในบริเวณพื้นที่หรือใกล้เคียง

- กำหนดเกณฑ์ในการออกแบบ ได้แก่ ความถี่หรือรอบปีออกแบบ (Design Return Period) ซึ่งอยู่ในช่วงพิสัย 2-10 ปี และเวลาน้ำไหลบ่าบนพื้นผิวดินไหลบ่าจากบริเวณฝนตกไกลสุด ถึงจุดทางออก ซึ่งจะกำหนดให้เท่ากับเวลาที่นับว่าฝนตก (T_c) ซึ่งสามารถหาระยะเวลาที่น้ำไหลบนผิวดินหาได้จากสมการ ดังนี้

ช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดทางออก (Time of concentration: T_c) สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

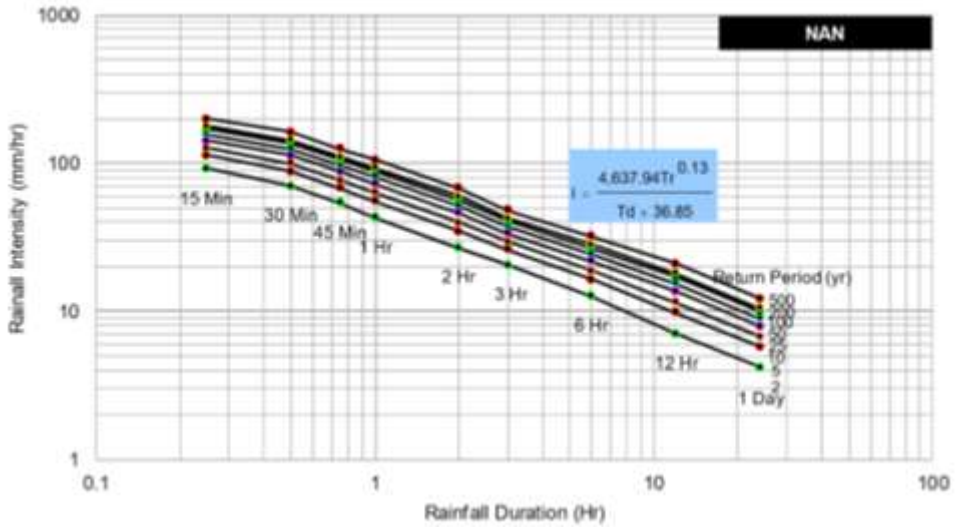
$$T_c = 0.0663\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \qquad (1)$$

เมื่อ T_c คือ ช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดทางออก (นาที)

L คือ ความยาวของร่องน้ำสายหลักของพื้นที่

S คือ ความลาดชันของร่องน้ำสายหลัก

- วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) กับช่วงเวลาของการตก (Duration) กับความถี่ของการเกิด (Frequency) และ สรุปไว้ในรูปแบบของกราฟที่เรียกว่า Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curve หรือ IDF Curve โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนรายวันย้อนหลัง 20 ปี ตั้งแต่ปี 2533-2553 จากสถานีตรวจอากาศจังหวัดน่าน ภาพที่ 1



ที่มา : อารียา และคณะ, 2556

ภาพที่ 1 Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve ของ อ.เมือง จ.น่าน (2533-2553)

- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C)
- คำนวณอัตราการไหลบ่าของน้ำสูงสุด (Q) จากสูตร Rational Method โดยมีสมการ ดังนี้

$$Q = 0.278\ CiA \qquad (2)$$

เมื่อ Q คือ อัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (coefficient)

i คือ ความเข้มเฉลี่ยของพายุฝนในช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึง outlet (Time of concentration) (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

A คือ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

(2) แผนที่ถือครองที่ดิน ทำให้ทราบรูปร่าง ขนาด เนื้อที่ของเกษตรกรแต่ละราย และช่วยให้สะดวกต่อการเก็บข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม

(3) ข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ทราบถึงความร่วมมือ การยอมรับ การมีส่วนร่วมของเกษตรกรมีมากน้อยเพียงใด ความเข้าใจความต้องการแบบอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ ของเกษตรกร ความต้องการชนิดพืชที่ปลูกเพื่อใช้ในการออกแบบอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูก ปัญหาการใช้ที่ดินต่อการปลูกพืชของเกษตรกร แรงงาน และรายได้ของครัวเรือน

(4) ข้อมูลดิน ได้จากการสำรวจดิน จำแนกความเหมาะสมของดินหรือประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ หรือพืชที่เกษตรกรต้องการปลูก โดยพิจารณาเนื้อดินบน-ล่าง ชั้นความลาดเทของพื้นที่ (slope classes) เพื่อใช้กำหนดระยะห่างในแนวดิ่ง (VI) ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ความลึกของดิน การกร่อนของดิน การระบายน้ำของดิน ปริมาณหินพื้นโผล่/ก้อนหินโผล่บนผิวดิน และดินถูกน้ำท่วม

(5) แผนที่สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในสภาพปัจจุบัน ใช้เป็นแนวทางการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และหาค่า C, P ของสมการการประเมินการสูญเสียดินตาม (Universal Soil Loss Equation : USLE) (Wischmeier and Smith, 1978)

(6) สภาพภูมิอากาศ ทำให้เลือกชนิดพืชที่จะปลูกให้เหมาะสม ทราบปริมาณน้ำไหลบ่า หาค่า R ของสมการการประเมินการสูญเสียดินสากล (USLE)

(7) ประเมินการสูญเสียดินก่อนและหลังดำเนินการ ด้วยสมการ USLE เป็นการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ที่มีมานานแล้วในสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มมีการใช้สมการในปี 1940 ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 กรมพัฒนาที่ดิน ได้ใช้สมการการสูญเสียดินสากล (USLE) โดยมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

$$A = R K L S C P \qquad (3)$$

เมื่อ A คือ ค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่ ที่คำนวณจากทั้ง 6 ปัจจัย มีหน่วยเป็นตันต่อเฮกตาร์ต่อปี

R คือ ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall and runoff erosivity factor) ซึ่งมีสมการ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) ดังนี้

$$R = 0.4669\ X - 12.1415 \qquad (4)$$

เมื่อ R คือ คาปจจัยการกัดกรอนของฝน (ตันตอเฮกแตรตอป)

X คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายป (มิลลิเมตรตอป)

K คือ ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor) ซึ่งหาได้จากสมการที่ (6) (Wischmeier *et al.,* 1971 และเกษม, 2551)

$$100\ K = 2.1M^{1.14}\ (10^{-4})(12^{-a}) + 3.25(b-2) + 2.5(c-3) \qquad (5)$$

เมื่อ K คือ ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (มีค่าระหว่าง 0.1-1.0)

M คือ Parameter ของขนาดอนุภาคดิน หาได้จากสมการที่ (7)

$$M = (\%Si + vfs) + (100 - \%Clay) \quad (6)$$

$$vfs = (5.2060 + 1.3861\%Clay) \quad (7)$$

เมื่อ vfs คือ very fine sand

a คือ เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ

b คือ ดัชนีของค่าโครงสร้างของดิน

c คือ ดัชนีของอัตราการซึมซาบน้ำในชั้นดิน

L คือ ค่าของปัจจัยความยาวของความลาดเท (slope length factor)

S คือ ปัจจัยความชันของความลาดเท (slope steepness factor)

ค่า LS-factor โดย Wischmeier and Smith (1965 and 1978) และกรมพัฒนาที่ดิน, 2524) สร้างสมการ (8) ดังนี้

$$LS = Le\ (0.0138 + 0.0095S + 0.00138S^2) \quad (8)$$

เมื่อ LS คือ อิทธิพลของความยาวตามลาดชันของพื้นที่

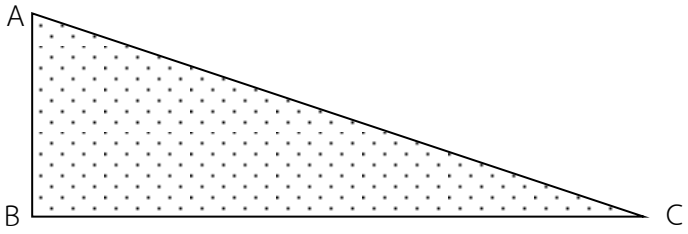
S คือ ความลาดชันของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\mathbf{100AB}}{\mathbf{BC}}$

AB คือ ผลต่างของความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (mMSL)

BC คือ ระยะทางในแนวราบระหว่างสองจุด (เมตร)

AC คือ ความยาวของความชันในพื้นที่ = $\sqrt{\mathbf{AB^2 + BC^2}}$

Le คือ ดัชนีของความยาว = $\sqrt{\mathbf{AC}}$



ภาพที่ 2 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน

C คือ ค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor)

P คือ อัตราส่วนระหว่างการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์แบบต่างๆ

เมื่อได้ปริมาณการสูญเสียดินจากสมการแล้ว กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้จัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินที่เกิดขึ้น ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

ระดับการสูญเสียดิน	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตันต่อไร่ต่อปี	**มิลลิเมตรต่อปี**
1. น้อย	0 - 2	0 - 0.96
2. ปานกลาง	2 - 5	0.96 - 2.40
3. รุนแรง	5 - 15	2.40 - 7.20
4. รุนแรงมาก	15 - 20	7.20 - 9.60
5. รุนแรงมากที่สุด	มากกว่า 20	มากกว่า 9.60

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

(8) การคำนวณระยะห่างของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำของคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) มีสมการ ดังนี้ (Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau and the Chinese Soil and Water Conservation Society, 1995)

$$VI = \frac{(S+6)}{10} \qquad (8)$$

เมื่อ VI คือ ระยะห่างในแนวดิ่ง มีหน่วยเป็นเมตร
S คือ เปอร์เซ็นต์ความลาดเทของพื้นที่

2) การก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

(1) คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

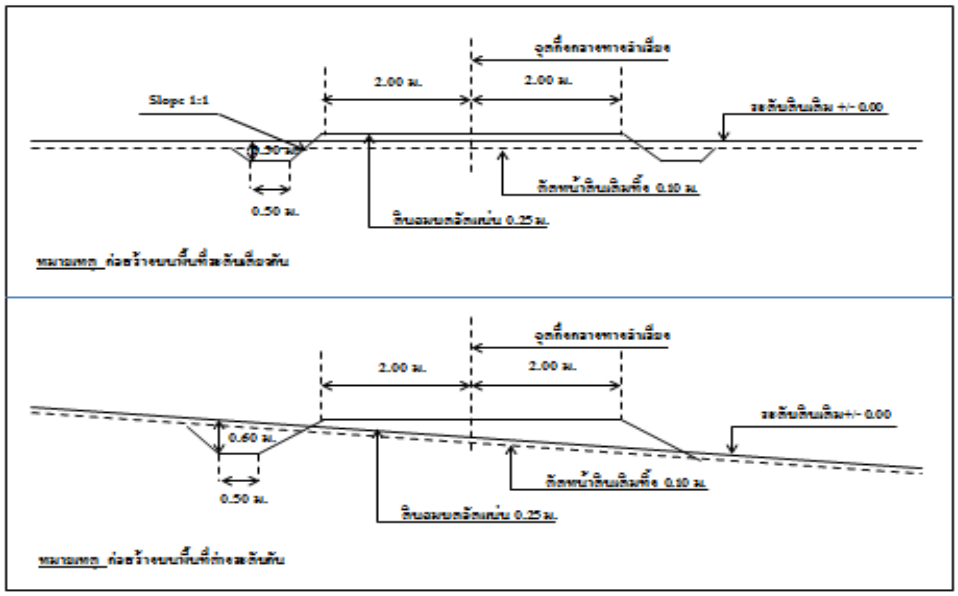
- ใช้เทปวัดระยะ วัดแนวก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ให้ได้ระยะห่างของแต่ละขั้น ตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน แนวนี้เรียกว่า แนวหลัก (main line) ใช้ไม้หลักแนวที่ทาสีแดงและสีขาว ปักสลับสีกัน เพื่อหมายแนวคูรับน้ำของเขา แต่ละขั้น
- ใช้ไม้สต๊าฟตั้งตรงไม้หลักที่ปักไว้ในแนวหลัก (main line) ใช้กล้องระดับอ่านค่าระดับ แล้วถ่ายค่าระดับไปทางซ้ายและทางขวาของแนวหลัก (main line) ใช้ไม้หลักที่มีสีเดียวกันกับแนวหลัก (main line) ปักหมายไว้ตลอดแนว ทุก ๆ 10 เมตร และทำการวางแนวให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด
- ใช้แรงงานคนขุด โดยวัดระยะห่างจากไม้หลักแนวที่ปักไว้ลงมา 0.75 เมตร เป็นจุดเริ่มขุด และขุดเข้าไปจนถึงไม้หลักแนวที่ปักไว้ และย้ายดินขุดมาถมตรงจุดที่ต่ำด้านล่างต่อจากจุดเริ่มขุดถมออกมา 0.75 เมตร เพื่อให้ได้พื้นที่ราบ ความกว้าง 1.50 เมตร มีความลาดเทผกผันกลับด้านใน 10 เปอร์เซ็นต์ ความลึกของงานดินตัดลึก มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 เมตร
- ปริมาตรดินขุดดินถม ตั้งแต่ 0.2 ลูกบาศก์เมตรต่อเมตร
- ความยาวแบบระดับไม่จำกัด และแบบลดระดับ ไม่ควรเกิน 300-600 เมตร

(2) ทางลำเลียงในไร่นา มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

- กำหนดผังก่อสร้างตามแผนที่และแบบงาน

- การก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีระดับเดียวกัน ใช้รถตัดหน้าดินเดิมออก 0.10 เมตร ความกว้างทางลำเลียง 4 เมตร นำดินใหม่มาถมบดอัด หนา 0.20 เมตร ใช้รถขุดตักดินสร้างทางระบายน้ำ กว้าง 0.50 เมตร ลึก 0.30 เมตร ทั้งด้านซ้ายและขวาของทางลำเลียง

- การก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีความลาดเทไปด้านใดด้านหนึ่ง ใช้รถตัดหน้าดินเดิมออก 0.10 เมตร ความกว้างทางลำเลียง 4 เมตร นำดินใหม่มาถมบดอัดโดยใช้น้ำหนักของเครื่องจักรกล หนา 0.20 เมตร ใช้รถขุดตักดินสร้างทางระบายน้ำ กว้าง 0.50 เมตร ลึก 0.30 เมตร ด้านที่เป็นดินเดิม



ภาพที่ 3 ภาพตัดขวางการก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา

(3) ท่อคอนกรีตเสริมเหล็กระบายน้ำ มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

- กำหนดจุดวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยดูจากแบบงานจัดระบบฯ และสภาพพื้นที่

- ใช้เครื่องจักรกล ขุดดินให้มีขนาดความกว้าง 80 เซนติเมตร ลึก 110 เซนติเมตร เพื่อวางท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร และขุดดินกว้าง 120 เซนติเมตร ลึก 150 เซนติเมตร เพื่อวางท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร

- นำท่อคอนกรีตเสริมเหล็กวางเรียง จำนวน 6 ท่อนต่อจุด ให้ได้ระดับเดียวกัน

- ฉาบรอยต่อท่อแต่ละท่อนด้วยปูนซีเมนต์ผสมทราย

- ถมดิน หลังท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก อย่างน้อย 50 เซนติเมตร บดอัดด้วยเครื่องจักรกล

(4) การปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล จำนวน 25 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก คือ 8 x 8 เมตร โดยการขุดหลุม ขนาด 0.50 × 0.50 × 0.50 เมตร บริเวณด้านที่เป็นดินถมของคูรับขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) จากนั้นรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมัก อัตรา 5 กิโลกรัมต่อหลุม และหินฟอสเฟต 0-3-0 อัตรา 0.20 กิโลกรัมต่อหลุม

(5) การปลูกหญ้าแฝกแบบรากเปลือย ปลูกตามแนวคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) โดยขุดดินเป็นร่องลึก ประมาณ 0.10 เมตร และนำกล้าหญ้าแฝกวางในร่อง ให้ต้นกล้าหญ้าแฝกห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร หลังจากนั้นให้เอาดินกลบรากหญ้าแฝก กดดินให้พอแน่น

3) การเก็บวิเคราะห์ข้อมูล

(1) ข้อมูลด้านดิน

- เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ก่อนและหลังดำเนินงาน ศึกษาเนื้อดิน (Soil Texture) และศึกษาคุณสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

- เก็บตัวอย่างดิน ด้วยกระบอกโลหะเก็บดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ศึกษาสภาพการนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

(2) ข้อมูลความพึงพอใจของเกษตรกร โดยการทำแบบสอบถาม เกษตรกรที่ได้รับประโยชน์จากโครงการ

บทที่ 2

ข้อมูลทั่วไป

2.1 ที่ตั้ง อาณาเขต และการคมนาคม

ตั้งอยู่ ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ระหว่าง E710384 ถึง E711396 และ N2083889 ถึง N2084596 ระบบพิกัดกริดแบบ UTM Zone47N พื้นหลักฐาน WGS84 แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุดที่ L7018 ระวาง 5146 I เนื้อที่ 396.20 ไร่ (ภาพที่ 4) อยู่ห่างจากตัวจังหวัดน่านไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ 46 กิโลเมตร และการคมนาคมจากจังหวัดน่าน ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1168 และหมายเลข 1225

ทิศเหนือ ติดต่อกับ บ้านตองเจริญราษฎร์ ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน
ทิศใต้ ติดต่อกับ บ้านก้อ ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ บ้านดอนใหม่ ตำบลพงษ์ อำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน

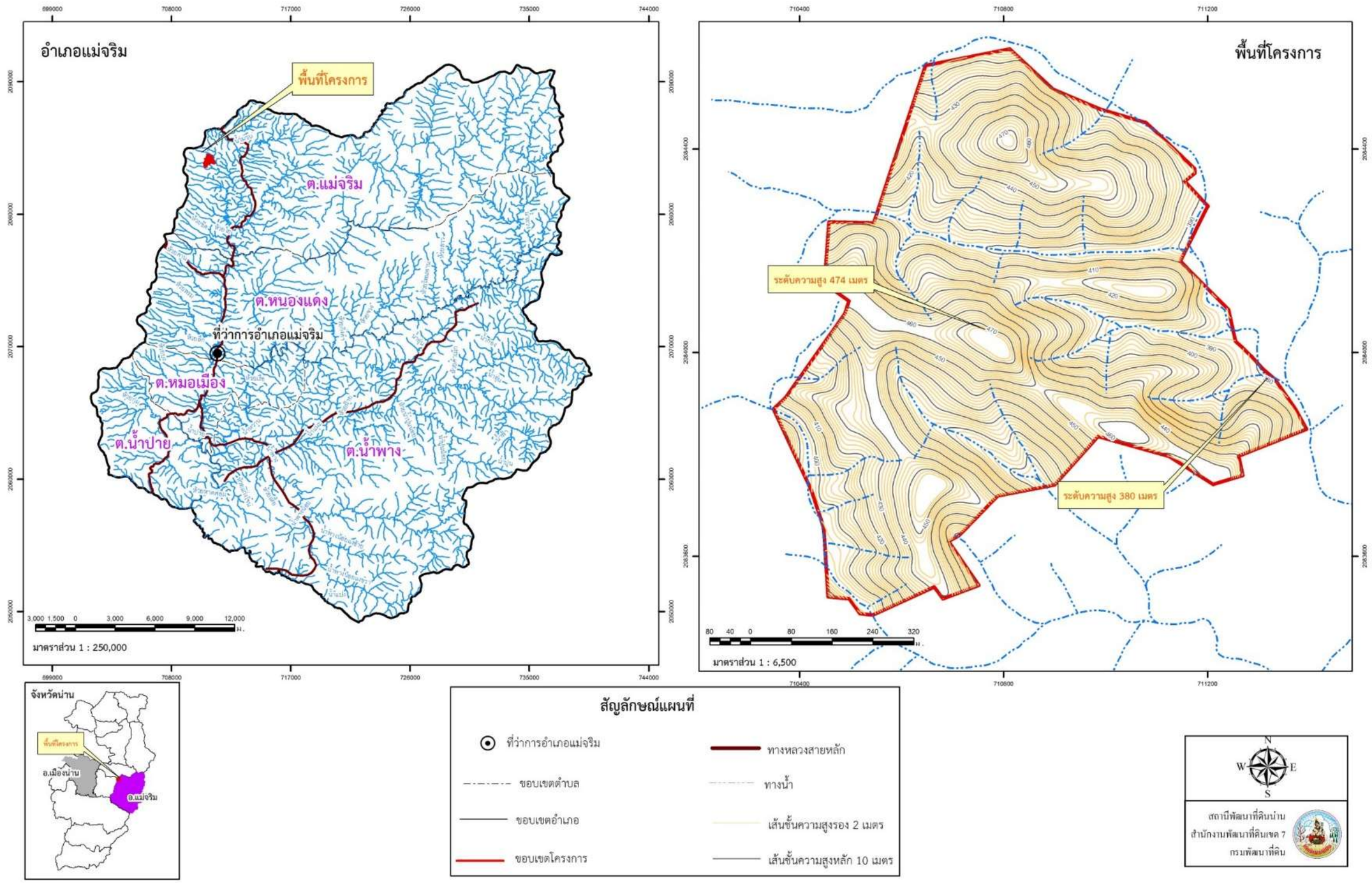
2.2 ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน จัดอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา (Tropical savannah: Aw) ตามระบบการจำแนกภูมิอากาศของ Koppen โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี 1,293.5 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 75.3 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี 33.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี 20.3 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2) สามารถแบ่งลักษณะภูมิอากาศออกเป็น 3 ฤดูกาล ได้แก่

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ระยะนี้เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนที่มีฝนตกหนักมากสุด คือ เดือนสิงหาคม ปริมาณฝนเฉลี่ย 273.1 มิลลิเมตร เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชั่นที่พัดเข้ามาในช่วงดังกล่าว

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ระยะนี้เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นลมหนาวและแห้งแล้ง เดือนมกราคม เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 14.5 องศาเซลเซียส

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ระยะนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไปจะสูงขึ้น ทำให้มีสภาพอากาศร้อนกว่าปกติ และจะร้อนมากที่สุดในเดือนเมษายน โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 36.7 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ อาจจะมีพายุโซนร้อนเกิดขึ้นเนื่องจากอากาศเย็นจากประเทศจีนได้เคลื่อนตัวลงมาเป็นครั้งคราว ทำให้เกิดปะทะกับอากาศร้อนเขตท้องถิ่น เกิดเป็นแนวปะทะอากาศเย็น ทำให้มีพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นแต่มีฝนตกไม่นาน



ภาพที่ 4 แผนที่ที่ตั้ง และขอบเขตโครงการ

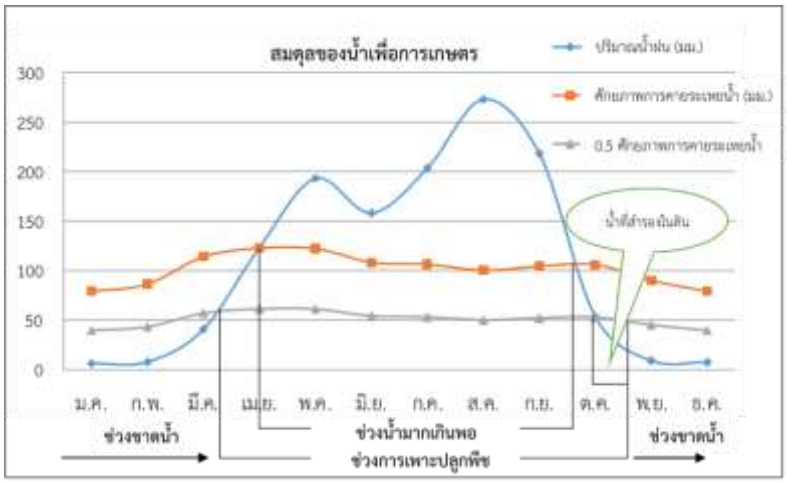
ตารางที่ 2 สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดน่าน (พ.ศ. 2546-2555)

เดือน	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	น้ำฝนที่ใช้ประโยชน์ (มิลลิเมตร) *	จำนวนวันฝนตก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ศักย์ภาพการคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) *	0.5 ศักยภาพการคายระเหยน้ำ (มิลลิเมตร) *
				สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย			
มกราคม	6.2	6.1	2	31	14.5	21.3	74.6	79.1	39.5
กุมภาพันธ์	7.7	7.6	1	34	16.4	23.6	68.3	86.2	43.1
มีนาคม	40.6	38	4	35.8	19.1	26	64.7	114.1	57
เมษายน	123.3	99	9	36.7	20.7	25.3	61.6	122.7	61.4
พฤษภาคม	193.1	133.4	15	34.9	23.4	28.2	75.3	122.1	61.1
มิถุนายน	158	118.1	16	33.6	23.7	28	78.2	108.3	54.2
กรกฎาคม	203.4	137.2	19	32.9	23.5	27.5	80.5	106.3	53.2
สิงหาคม	273.1	152.3	21	32.3	23.3	27.1	83.4	100.1	50.1
กันยายน	218.5	142.1	17	32.9	23.3	27	83.1	104.4	52.2
ตุลาคม	53.1	48.6	10	32.8	22.2	26.5	80.5	106	53
พฤศจิกายน	9	8.9	2	32.1	18.6	24	77.2	90	45
ธันวาคม	7.5	7.4	1	30.4	15.1	21.3	76.2	79.1	39.5
รวม	**1,293.50**	**898.7**	**117**	-	-	-	-	**1,218.44**	**609.2**
เฉลี่ย	-	-	-	**33.3**	**20.3**	**26**	**75.3**	-	-

ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ (2555)

หมายเหตุ:* คำนวณจากโปรแกรม CropWat

จากการวิเคราะห์สมดุลน้ำเพื่อการเกษตร (ภาพที่ 5) โดยพิจารณาระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย กับค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชรายเดือนเฉลี่ย พบว่า ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเพาะปลูกพืช อยู่ในช่วงตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ช่วงขาดแคลนน้ำอยู่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคมของทุกปี ดังนั้น ควรวางแผนจัดระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมและจัดหาแหล่งน้ำสนับสนุน เพื่อป้องกันพืชผลเสียหายเนื่องจากฝนแล้ง และช่วงที่น้ำมากเกินพออยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน ช่วงเวลานี้อาจเกิดปัญหาน้ำท่วม ดินถล่ม ถ้ามีฝนตกติดต่อกันนานหลายวัน



ภาพที่ 5 สมดุลน้ำเพื่อการเกษตร จังหวัดน่าน

2.3. ลักษณะภูมิประเทศ

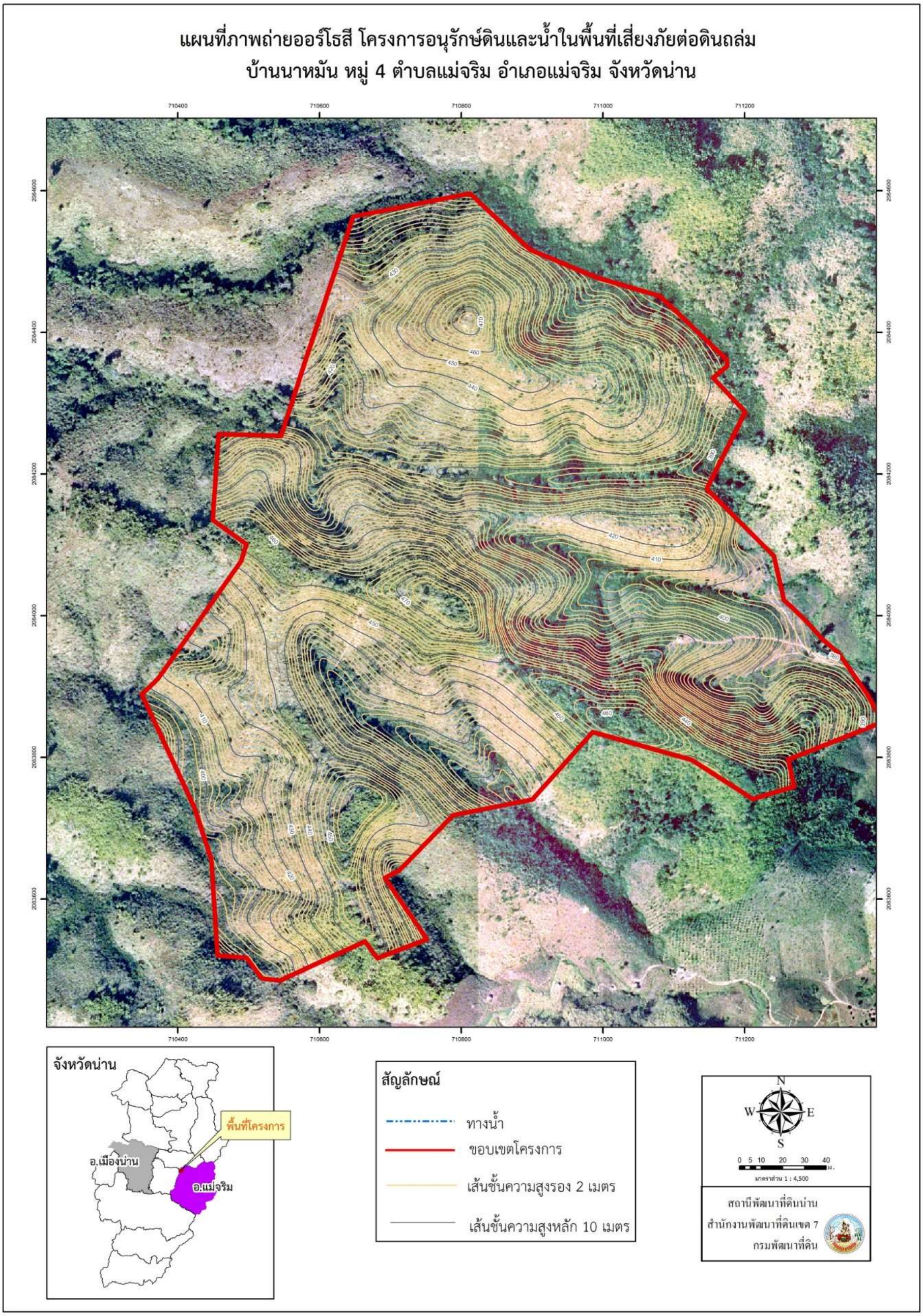
พื้นที่โครงการอยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 380–474 เมตร สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นลูกคลื่นลอนชันถึงพื้นที่สูงชันมากที่สุด ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูงชัน (steep) มีเนื้อที่ 159.10 ไร่ หรือร้อยละ 40.16 ของพื้นที่โครงการ รองลงมาเป็นพื้นที่เนินเขา (hilly) มีเนื้อที่ 134.74 ไร่ หรือร้อยละ 34.00 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่สูงชันมาก (very steep) มีเนื้อที่ 92.40 ไร่ หรือร้อยละ 23.32 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน (rolling) มีเนื้อที่ 7.36 ไร่ หรือร้อยละ 1.86 ของพื้นที่โครงการ และพื้นที่สูงชันมากที่สุด (extremely steep) มีเนื้อที่ 2.60 ไร่ หรือร้อยละ 0.66 ของพื้นที่โครงการ ดังตารางที่ 2 ภาพที่ 6 และ 7

จากข้อมูลเบื้องต้นลักษณะภูมิประเทศของโครงการมีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มากถึง 64 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่โครงการ ประกอบกับดินมีลักษณะเป็นดินร่วนปนเหนียว และดินร่วนปนทรายแป้ง มีการใช้ที่ดินในการปลูกพืชเชิงเดียว ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ร้อยละ 78 ของพื้นที่ทั้งหมด และปริมาณน้ำฝนใกล้ 1,300 มิลลิเมตร ซึ่งทั้ง 4 ปัจจัยนี้ ทำให้พื้นที่โครงการเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม

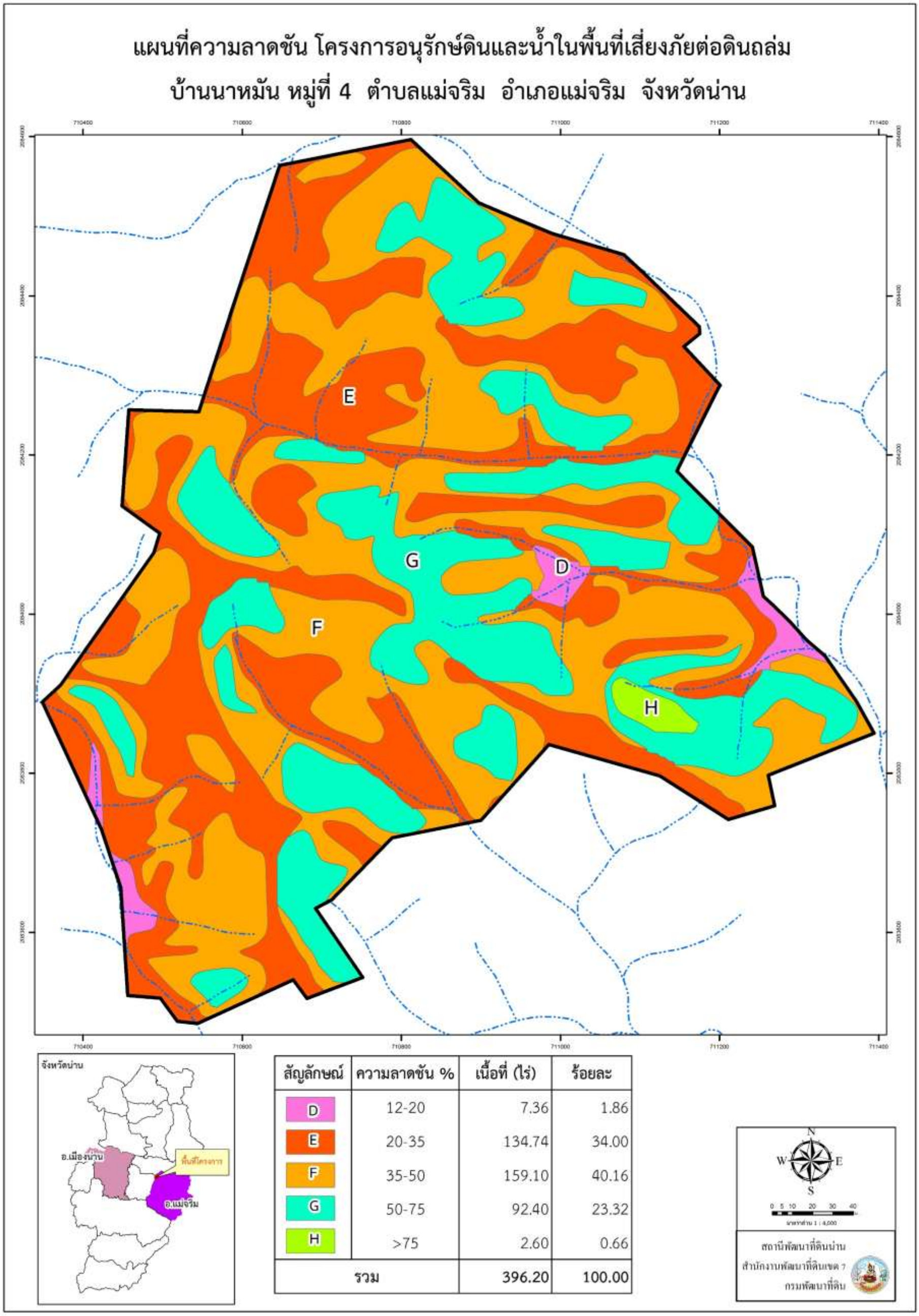
ตารางที่ 3 ลักษณะภูมิประเทศของโครงการ

ลักษณะภูมิประเทศ	ความลาดชัน (%)	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
1. พื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน (D)	12-20	7.36	1.86
2. พื้นที่เนินเขา (E)	20–35	134.74	34.00
3. พื้นที่สูงชัน (F)	35–50	159.10	40.16
4. พื้นที่สูงชันมาก (G)	50–75	92.40	23.32
5. พื้นที่สูงชันมากที่สุด (H)	>75	2.60	0.66
รวมเนื้อที่ทั้งหมด		**396.20**	**100.00**

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 6 แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสีของโครงการ



ภาพที่ 7 แผนที่ความลาดชันของโครงการ

2.4 ทรัพยากรดิน

2.4.1 ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series: Ws) มีเนื้อที่ 323.32 ไร่ หรือร้อยละ 81.61 ของเนื้อที่ทั้งหมด (ภาพที่ 10) จำแนกอยู่ในพวกดิน (Family) : fine, mixed, isohyperthermic, UlticHaplustalfs. เป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือหินดาดเชิงเขาของวัตถุต้นกำเนิดดินพวกหินดินดานและหินฟิลไลท์ ในบริเวณพื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน และที่ลาดเชิงเขา เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และมีการไหลบ่าของน้ำบนผิวหน้าดินปานกลาง (ภาพที่ 8)

ดินบนลึกประมาณ 10-20 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว สีพื้นสีน้ำตาลเข้ม หรือสีเข้มมากของสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0)

ดินล่าง มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียว สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง หรือสีแดงปนเหลือง มักจะจุดประสีของหินพื้น (saprolite) ในดินชั้นล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0-6.0)

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนของชุดดินนี้ ปรากฏว่า ดินบนหนา 0-30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างปานกลาง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ส่วนดินล่างลึก 30-100 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างสูง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ซึ่งโดยสรุปแล้วชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางในดินบน และสูงในดินล่าง

<u>ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกพืช</u> การชะล้างพังทลายของหน้าดิน ขาดแคลนน้ำสำหรับการปลูกพืชในบางช่วง ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเร็ว เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินและขาดการบำรุงดิน

2.4.2 ชุดดินลี้ (Li series: Li) มีเนื้อที่ 72.88 ไร่ หรือร้อยละ 18.39 ของเนื้อที่ทั้งหมด (ภาพที่ 10) จำแนกอยู่ในพวกดิน (Family): Clayey-skeletal, mixed, semiactive, shallow, isohyperthermic, Ultic Haplustalfs. เป็นดินที่เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลท์ บริเวณพื้นที่ภูเขา และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ ๆ โดยแรงโน้มถ่วงบริเวณเชิงเขาเป็นดินตื้นหรือตื้นมากถึงชั้นเศษหินหนาแน่น มีการระบายน้ำดี ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และมีการไหลบ่าของน้ำบนผิวหน้าดินปานกลางถึงเร็ว (ภาพที่ 9)

ดินบน เนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนปนดินเหนียวปนเศษหิน สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0)

ดินล่าง เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนเศษหินหนาแน่นมาก สีแดงหรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5)

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนของชุดดินนี้ ปรากฏว่า ดินบนหนา 0-25 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างปานกลาง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ส่วนดินล่างลึก 25-50 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างปานกลาง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกปานกลาง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ปานกลาง ซึ่งโดยสรุปแล้วชุดดินนี้มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางในดินบน และดินล่าง

<u>ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกพืช</u> เป็นดินตื้นถึงชั้นเศษหินหนาแน่นและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ดินจะถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย แหล่งน้ำธรรมชาติมีจำกัดและไม่มีระบบชลประทานเข้าถึง จึงไม่สามารถเพาะปลูกพืชในฤดูแล้ง

ภาพที่ 8 หน้าตัดดิน
ชุดดินวังสะพุง

ภาพที่ 9 หน้าตัดดิน
ชุดดินลี้

2.5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน, 2559 ได้สำรวจสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วย

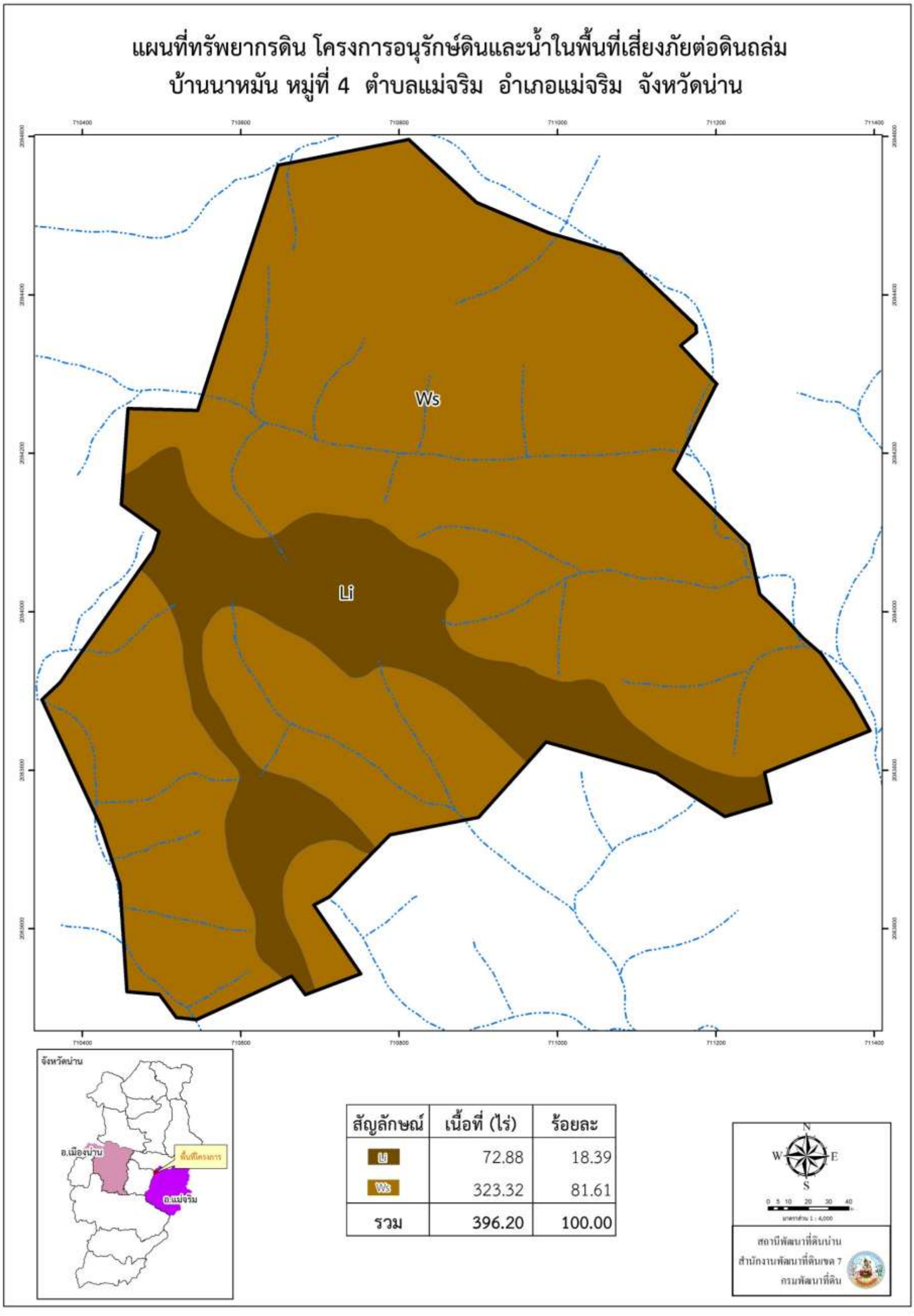
2.5.1 พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 309.33 ไร่ หรือร้อยละ 78.07 ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ ข้าวโพด และ ข้าวโพด (ไร่หมุนเวียน)

2.5.2 พื้นที่ป่าไม้ มีเนื้อที่ 86.87 ไร่ หรือร้อยละ 21.93 ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ ป่าผลัดใบสมบูรณ์ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 11)

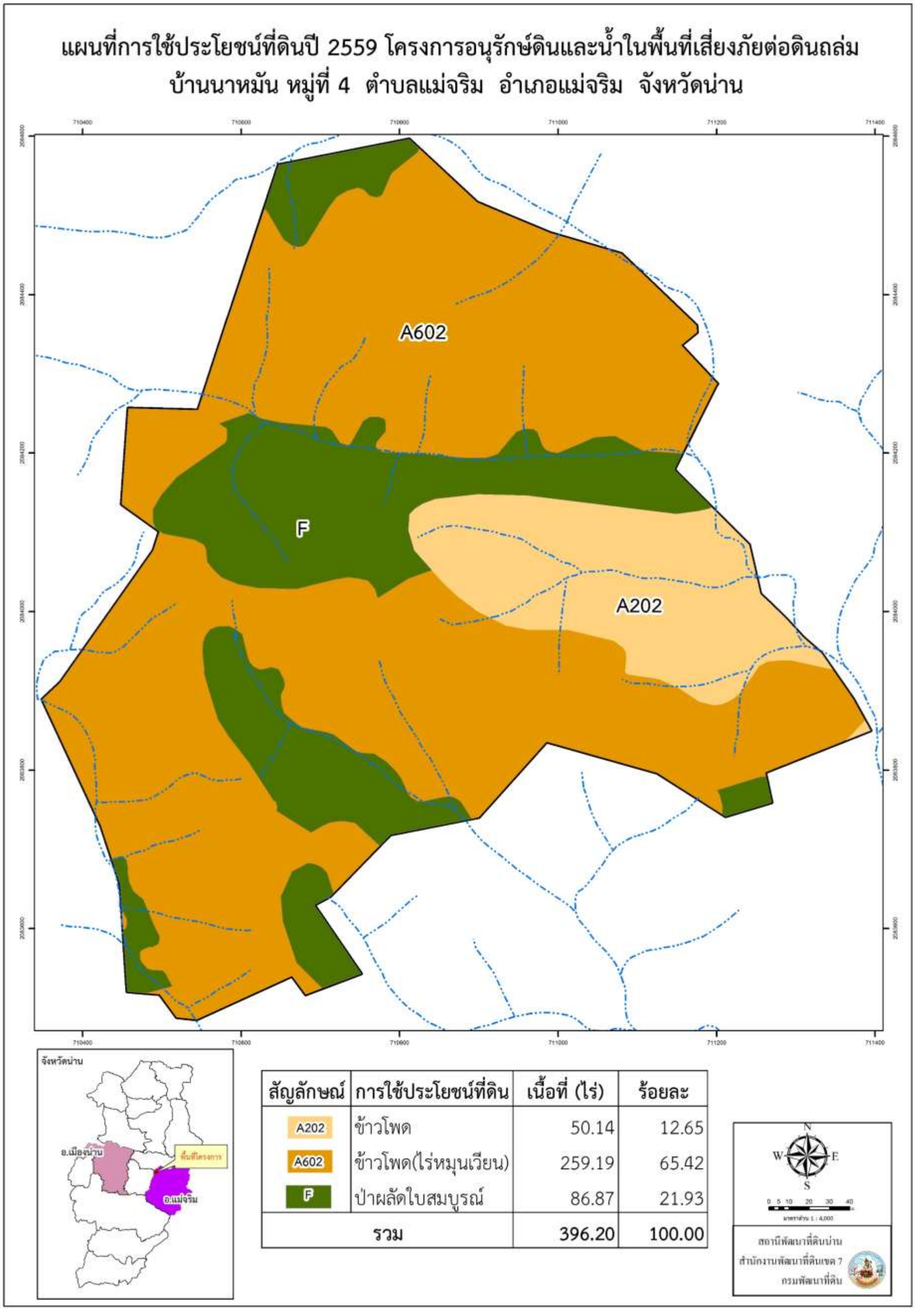
ตารางที่ 4 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สัญลักษณ์	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เนื้อที่	
		ไร่	ร้อยละ
พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)		**309.33**	**78.07**
A202	ข้าวโพด	50.14	12.65
A602	ข้าวโพด (ไร่หมุนเวียน)	259.19	65.42
พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)		**86.87**	**21.93**
F201	ป่าผลัดใบสมบูรณ์	86.87	21.93
	รวมเนื้อที่ทั้งหมด	**396.20**	**100.00**

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 10 แผนที่ทรัพยากรดินของโครงการ



ภาพที่ 11 แผนที่สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของโครงการ

2.6 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

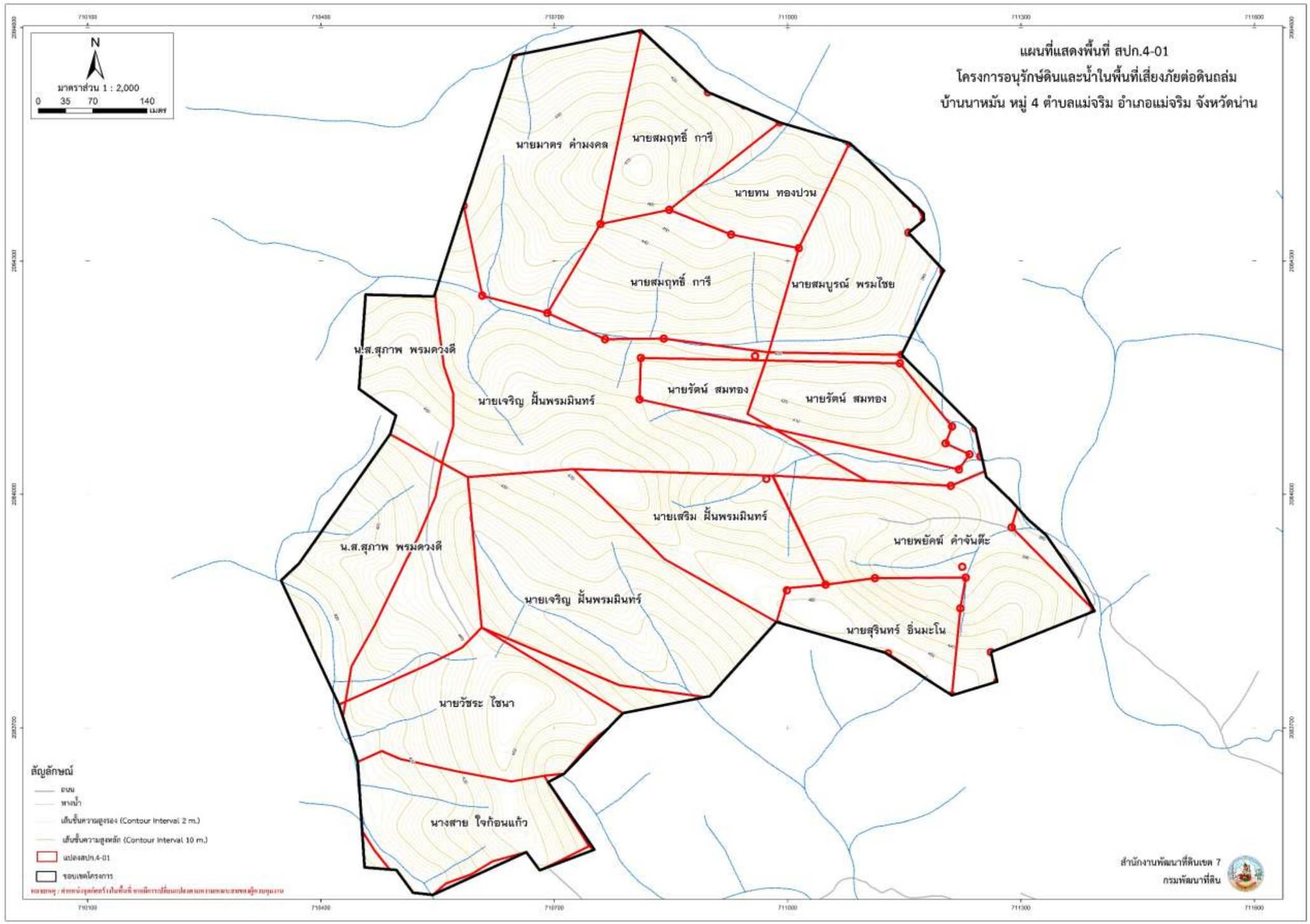
2.6.1 ข้อมูลประชากร บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 125 ครัวเรือน จำนวนประชากรทั้งสิ้น 431 คน แยกเป็นชาย 226 คน หรือร้อยละ 52.44 ของจำนวนประชากรทั้งหมด หญิง 205 คน หรือร้อยละ 47.56 ของจำนวนประชากรทั้งหมด ชนชาติ/เชื้อไทย การนับถือศาสนาพุทธ

2.6.2 การถือครองพื้นที่ของเกษตรกร อยู่ในเขตปฏิรูปที่ดิน (ส.ป.ก.) พื้นที่เฉลี่ย 26.5 ไร่ต่อราย

2.6.3 เกษตรกรเข้าร่วมโครงการ จำนวน 12 ราย (ตารางที่ 5 และภาพที่ 12)

ตารางที่ 5 รายชื่อเกษตรกร และเอกสารสิทธิ์ถือครองที่ดิน

ชื่อ-สกุล	เลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เนื้อที่ (ไร่)	เอกสารสิทธิ์
นายรัตน์ สมทอง	30	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	25-2-21	ส.ป.ก.4-01
นายสมฤทธิ์ การี	5	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	12-3-20	ส.ป.ก.4-01
นายทน ทองปวน	87	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	12-3-20	ส.ป.ก.4-01
น.ส.สุภาพ พรมดวงดี	23	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	35-1-44	ส.ป.ก.4-01
นายเจริญ ฝั้นพรมมินทร์	27/1	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	42-3-95	ส.ป.ก.4-01
นายเสริม ฝั้นพรมมินทร์	2	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	20-1-45	ส.ป.ก.4-01
นายวัชระ ไชนา	7	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	26-2-8	ส.ป.ก.4-01
นางสาย ใจก้อนแก้ว	52/1	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	21-3-32	ส.ป.ก.4-01
นายพยัคฆ์ คำจันต๊ะ	20	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	32-2-72	ส.ป.ก.4-01
นายสุรินทร์ อิ่นมะโน	63	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	13-0-79	ส.ป.ก.4-01
นายสมบูรณ์ พรมไชย	52	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	23-1-39	ส.ป.ก.4-01
นายบุญยงค์ พรมไชย	92	4	แม่จริม	แม่จริม	น่าน	33-0-10	ส.ป.ก.4-01



ภาพที่ 12 แผนที่ถือครองเอกสารสิทธิ์

บทที่ 3
การตรวจเอกสาร

3.1 จังหวัดน่าน

3.1.1 ที่ตั้ง และลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดน่าน ตั้งอยู่ติดชายแดนทางด้านทิศตะวันออกของภาคเหนือตอนบน มีอาณาเขตติดต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ห่างจากกรุงเทพมหานครโดยทางรถยนต์ ประมาณ 668 กิโลเมตร มีพื้นที่ 11,472.076 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,170,045 ไร่ มีทิวเขาหลวงพระบางและทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นทิวเขาหินแกรนิต ที่มีความสูง 600 - 1,200 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ทอดผ่านทั่วจังหวัด คิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด พื้นที่โดยทั่วไป มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนชันเกิน 30 องศา ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่จังหวัด ส่วนลูกคลื่นลอนลาด ตามลุ่มน้ำ จะเป็นที่ราบแคบ ๆ ระหว่างหุบเขาตามแนวยาวของลุ่มน้ำ น่าน สา ว้า ปัว และกอน สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้ 1) พื้นที่ป่าไม้และภูเขา 3,437,500 ไร่ หรือร้อยละ 47.94 2) พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม 2,813,980 ไร่ หรือร้อยละ 39.24 3) พื้นที่ทำการเกษตร 876,043 ไร่ หรือร้อยละ 12.22 และ 4) พื้นที่ที่อยู่อาศัย 43,522 ไร่ หรือร้อยละ 0.60

3.1.2 สภาพธรณีวิทยา ขึ้นกับชนิดของหิน และโครงสร้างทางธรณีวิทยา หินต่างชนิดกันจะมีอัตราการผุพังต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ต่างกัน เมื่อผุพังกลายเป็นดินจะให้ลักษณะดินที่แตกต่างกันด้วย เช่น หินแกรนิต มีอัตราการผุพังสูง เมื่อผุพังจะได้ชั้นดิน ทรายร่วน หรือดินทรายปนดินเหนียว หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังสูงใกล้เคียงกับหินแกรนิต เมื่อผุพังได้ชั้นดินร่วน ปนดินเหนียวหรือดินเหนียว หินดินดาน-หินโคลน เมื่อผุพังจะได้ชั้นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย เป็นต้น ลักษณะทางธรณีวิทยาของจังหวัดน่าน ด้านตะวันออกที่เป็นเทือกเขาหลวงพระบางติดชายแดนลาว จะเป็นหินตะกอนจำพวกหินกรวดมน หินทราย หินดินดาน และหินโคลนของยุคจูแรสซิกถึงครีเทเชียส ตอนกลางของจังหวัด จะเป็นส่วนผสมของหินตะกอนและหินอัคนี จำพวกหินทราย หินปูน หินดินดาน หินทัฟฟ์เนื้อไรโอไลต์ผสมเนื้อแอนดีไซต์ที่ถูกแปรสภาพ ด้านทิศตะวันตกจะมีหินหลากหลายจำพวกที่เกิดในยุคไทรแอสซิกถึงยุคจูแรสซิก ที่สำคัญ ได้แก่ หินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลนบางส่วน มีหินกลุ่ม ลำปาง ที่เป็นหินโคลนปนหินปูนผสมหินทราย และหินทรายแป้ง ปรากฏเป็นบริเวณกว้างในเขตอำเภอสองแคว อำเภอท่าวังผา และอำเภอบ้านหลวง ภายในจังหวัดมีหินอัคนีจำพวกหินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ และหินทัฟฟ์ ปรากฏแทรกอยู่เป็นแนวในเขตอำเภอบ้านหลวง นอกจากนี้ ยังมีหินอัคนีจำพวกหินแกรนิต และหินไพรอกซีไนต์ ปรากฏให้เห็นเป็นหย่อม ๆ ในเขตอำเภอบ่อเกลือ อำเภอสันติสุข และอำเภอแม่จริม โครงสร้างทางธรณีวิทยามีผลต่อการผุพังของหิน โดยหินที่มีรอยแตกมากและอยู่ในเขตรอยเลื่อน โดยเฉพาะรอยเลื่อนที่มีพลังจะมีอัตราการผุพังสูง เนื่องจากมีช่องว่างให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ง่าย ชั้นหินจึงผุพังรวดเร็วกว่าบริเวณอื่น ชั้นหินที่ถูกแทรกดันด้วยหินอัคนี หรือบริเวณพื้นที่ที่มีน้ำพุร้อน และแหล่งแร่จากสายน้ำแร่ร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ในเนื้อหินจะทำให้ชั้นหินมีอัตราการผุพังสูง

ยิ่งขึ้น ธรณีวิทยาโครงสร้างของจังหวัดน่าน มีลักษณะเป็นชั้นหินคดโค้งแบบประทุนคว่ำและประทุนหงายสลับกัน โดยมีแนวแกนคดโค้งอยู่ในทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ รอยแตกของหินส่วนใหญ่จะมีทิศทางเดียวกับแนวแกนคดโค้ง นอกจากนี้ยังมีกลุ่มรอยเลื่อนปัวที่เป็นรอยเลื่อนมีพลังและมีโอกาสเคลื่อนตัวอีกครั้ง พาดผ่านในแนวเหนือ-ใต้ทางด้านตอนเหนือของจังหวัด ส่งผลให้ชั้นหินในบริเวณใกล้เคียงรอยเลื่อนมีพลัง เช่น ในอำเภอทุ่งช้าง อำเภอปัว และอำเภอบ่อเกลือ มีรอยแตกในทิศทางเหนือ-ใต้เพิ่มขึ้นด้วย

3.1.3 สภาพภูมิประเทศที่ทำให้เกิดดินถล่มได้ง่าย ได้แก่ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือมีทางน้ำคดเคี้ยวจำนวนมาก นอกจากนี้ ยังพบว่า ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นร่องเขาด้านหน้ารับน้ำฝนและบริเวณที่เป็นหุบเขากว้างใหญ่สลับซับซ้อน แต่มีลำน้ำหลักเพียงสายเดียวจะมีโอกาสเกิดดินถล่มได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น ๆ เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงทำให้มีลุ่มน้ำ และแหล่งน้ำที่เป็นต้นกำเนิดของต้นน้ำลำธารสำคัญหลายสาย เช่น แม่น้ำน่าน แม่น้ำสา แม่น้ำว้า แม่น้ำสมุน แม่น้ำหลง แม่น้ำปัว แม่น้ำกอน เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีลำธารและลำห้วยจำนวนมาก ชาวบ้านจึงมักตั้งถิ่นฐาน บ้านเรือนอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ซึ่งอาจจะเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินโคลนถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ส่วนพื้นที่ราบลุ่ม มีเป็นส่วนน้อย ได้แก่ พื้นที่ราบกว้างใหญ่อยู่ในลุ่มน้ำน่าน ตามลำน้ำน่าน และพื้นที่ราบลุ่มแคบ ๆ อยู่แถบอำเภอนาน้อย ตอนใต้อำเภอท่าวังผา อำเภอปัว อำเภอเชียงกลาง และอำเภอทุ่งช้าง

3.1.4 ปริมาณน้ำฝน ดินถล่มจะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักหรือตกติดต่อกันเป็นเวลานาน วัดปริมาณน้ำฝนได้มากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อ 24 ชั่วโมง และปริมาณน้ำฝนสะสมมากกว่า 300 มิลลิเมตร น้ำฝนจะไหลซึมลงไปในชั้นดิน จนกระทั่งชั้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของเม็ดดินโดยน้ำ จะเข้าไปแทนที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง ส่งผลให้ชั้นดินมีกำลังรับแรงเฉือนลดลง ถ้าหากปริมาณน้ำในมวลดินเพิ่มขึ้นจนระดับน้ำในชั้นดินสูงขึ้นมาที่ระดับผิวดิน จะเกิดการไหลบนผิวดิน และกัดเซาะหน้าดิน ทำให้ลาดดินเริ่มมีการเคลื่อนตัว และเกิดการถล่มในที่สุด ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดน่าน ในฤดูฝนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดพาเอาความชุ่มชื้นมาสู่ภูมิภาค ทำให้มีฝนตกชุกในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,300 มิลลิเมตรต่อปี ในช่วง 10 ปี (2543-2553) พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 เท่ากับ 358.5 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดในปี 2551 จำนวน 139 วัน และน้อยที่สุดในปี 2546 จำนวน 91 วัน (ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2555)

3.1.5 สภาพสิ่งแวดล้อม ที่มีป่าไม้แตกต่างกันจะทำให้มีโอกาสเกิดดินถล่มแตกต่างกันด้วย ทั้งนี้พื้นที่ป่าธรรมชาติในบริเวณภูเขาสูงชัน พบว่า ส่วนใหญ่มีการบุกรุกทำลายป่า และเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตรในพื้นที่สูงหรือบริเวณเชิงเขา การตัดถนนผ่านไหล่เขาสูงชัน การตัดไหล่เขาเพื่อสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หรือการปลูกสร้างสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้รูปแบบในการปลูกพืชก็มีผลต่อการเกิดดินถล่ม โดยการปลูกพืชที่เป็นไม้ยืนต้นจะเกิดดินถล่มได้ยากกว่าการทำไร่ การปลูกพืชแบบผสมผสานจะเกิดดินถล่มได้ยากกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ใน

ปัจจุบันพื้นที่จังหวัดน่านกำลังถูกบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าต้นน้ำ เพื่อใช้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีราคาสูง เนื่องมาจากการประกันราคาพืชผลทางการเกษตร และความต้องการของตลาดโลก ทำให้เกษตรกรเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น มีการทำไร่เลื่อนลอย ทำให้มีการบุกรุกแผ้วถางทำลายป่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นบริเวณกว้าง จนกลายเป็นภูเขาหัวโล้น ขาดต้นไม้ใหญ่ที่มีระบบรากยึดเหนี่ยวหน้าดิน เมื่อมีฝนตกติดต่อกันหลายวัน ดินอุ้มน้ำไม่ไหวก็จะเริ่มคืบตัวเกิดเป็นดินแยกและพังถล่มลงมา ตามลำดับ

3.1.6 พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่เป็นภูเขา บริเวณโดยรอบของอำเภอเวียงสา พื้นที่ทางด้านตะวันตกของอำเภอนาน้อยและอำเภอนาหมื่น พื้นที่ตอนกลางของอำเภอแม่จริม และพื้นที่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอท่าวังผา โดยเฉพาะภูเขาที่เป็นหินแกรนิต หินไรโอไลต์ หินโคลน หินทราย และหินทรายแป้ง จังหวัดน่าน มีพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มอยู่ใน 15 อำเภอ 70 ตำบล 348 หมู่บ้าน

3.1.7 ประวัติการเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

1) วันที่ 25 สิงหาคม 2549 เกิดเหตุดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากที่บ้านสบปืน หมู่ที่ 2 ตำบลห้วยโก๋น อำเภอเฉลิมพระเกียรติ เนื่องจากมีฝนตกติดต่อกัน 4-5 วัน เกิดดินไหลจำนวนหลายแห่ง ดินโคลนพร้อมต้นไม้ไหลตามความลาดเอียงของไหล่เขาที่ชันมากกว่า 70 องศา ลงสู่ห้วยน้ำปาด ทำให้บ้านเรือนเสียหายทั้งหลังจำนวน 1 หลัง และเสียหายบางส่วนอีกหลายหลัง นอกจากนี้ยังมีรอยดินแยกขนาดใหญ่บนภูเขา โดยรอยแยกกว้างประมาณ 15 เซนติเมตร ลึกประมาณ 70 เซนติเมตร

2) วันที่ 31 สิงหาคม 2549 มีฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันบริเวณ บ้านน้ำพิ ตำบลทุ่งช้าง อำเภอทุ่งช้าง ทำให้เกิดดินไหลเกิดขึ้นมากกว่า 50 แห่ง เป็นขนาดใหญ่ 5 แห่ง โดยดินไหลที่ทำความเสียหายต่อบ้านมีความกว้างตามสันเขาประมาณ 300 เมตร และไหลลงไปถึงห้วยน้ำพิ ทำให้บ้านเรือนเสียหายทั้งหลัง 2 หลัง

3) วันที่ 5 กันยายน 2551 มีฝยตกหนักในพื้นที่อำเภอท่าวังผา เป็นเหตุให้มีสถานการณ์น้ำป่าไหลหลากของแม่น้ำสาย ส่งผลกระทบให้บ้านห้วยธนู หมู่ที่ 9 ตำบลตาลชุม น้ำพัดพาบ้านเรือนหายไป 9 หลัง บ้านพังเสียหายบางส่วน 45 หลัง ถนนเสียหาย 2 สาย ฝาย 3 แห่ง บ้านน้ำป๊าก หมู่ที่ 7 ตำบลตาลชุม บ้านพงเสียหายทั้งหลัง 1 หลัง บ้านเสียหายบางส่วน 6 หลัง และบ้านม่วง ตำบลศรีภูมิ บ้านพังเสียหายบางส่วน 6 หลัง

4) วันที่ 12 กันยายน 2552 เกิดน้ำไหลหลากอย่างรวดเร็ว ในพื้นที่บ้านสองแคว หมู่ที่ 5 และบ้านปางเปย หมู่ที่ 6 ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง ทำหใถนนเสียหาย 4 สาย ท่อระบายน้ำ 2 แห่ง ได้รับความเดือดร้อยประมาณ 500 ครัวเรือน 2,500 คน

5) วันที่ 18 กรกฎาคม 2553 เกิดน้ำป่าไหลหลากเข้าม่วมพื้นที่ 2 อำเภอ คือ อำเภอปัว ในพื้นที่ 3 ตำบล 5 หมู่บ้าน กระแสน้ำพัดพาเศษวัสดุกิ่งไม้ลอยมาติดกับสะพาน และอำเภอท่าวังผา ในพื้นที่ 5 ตำบล 13 หมู่บ้าน น้ำไหลบ่านำต้นไม้กิ่งไม้ไหลไปติดสะพานข้ามแม่น้ำยาว และที่บ้านน้ำกิ หมู่ที่ 5 บ้านสันเจริญ หมู่ที่ 6 ตำบลผาทอง มีดินไหลลงมาเป็นระยะตลอดเส้นทาง

6) วันที่ 26 มิถุนายน 2554 เกิดฝนตกหนักตลอดทั้งวันทั้งคืน ติดต่อกัน 2 วัน บริเวณพื้นที่ทางตอนเหนือของจังหวัด ได้แก่ อำเภอบ่อเกลือ ทุ่งช้าง ปัว และท่าวังผา ซึ่งมีลำห้วยและแม่น้ำสาขาต่าง ๆ ไหลสู่แม่น้ำน่าน ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำน่านสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และไหลเข้าท่วมบ้านเรือน และพื้นที่การเกษตรเสียหายในหลายอำเภอ ได้แก่ อำเภอปัว ท่าวังผา เมือง ภูเพียง และเวียงสา บางพื้นที่ระดับน้ำขึ้นสูงกว่า 2 เมตร

7) วันที่ 28 กรกฎาคม 2561 เกิดดินถล่มที่บ้านห้วยขาบ หมู่ที่ 7 ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเหลือ ทำให้มีบ้านเรือนเสียหายจำนวน 4 หลัง และเสียหายบางส่วนจำนวน 2 หลัง

3.2 ลักษณะการพิบัติของลาดดิน

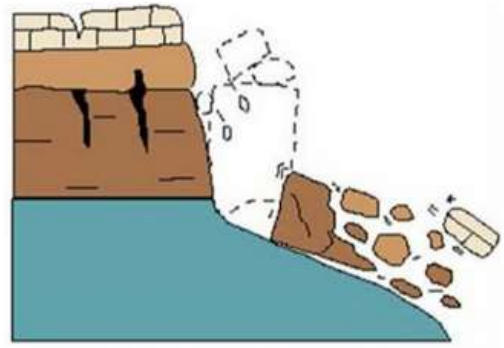
การจำแนกชนิดของการพิบัติของลาดดินและการพังทลายของลาดเขามีการจำแนกตามลักษณะรูปแบบการพิบัติและปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น ความเร็วและกลไกในการเคลื่อนที่ ชนิดของตะกอน รูปร่างของร่องรอยการพิบัติ และปริมาณของน้ำที่เข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการพิบัติของเชิงลาดซึ่งการจำแนกชนิดของการพิบัติของลาดดินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้ อาศัยหลักการจำแนกตามชนิดของวัสดุที่พังทลายลงมา (Type of Material) และตามลักษณะการเคลื่อนที่ (Type of Movement) (Varnes, 1975) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

3.2.1 การร่วงหล่น (Falls) เป็นการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วลงมาตามลาดเขา หรือหน้าผาสูงชันด้วยอิทธิพลแรงโน้มถ่วงของโลก มีอัตราการเคลื่อนที่มากกว่า $3x10^{-3}$ เมตร/วินาที อาจเกิดการตกอย่างอิสระหรือมีการกลิ้งลงมาตามลาดเขาร่วมด้วย โดยมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยหรือไม่ มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นตะกอนดินหรือหินที่พังทลายลงมาจะกองสะสมกันอยู่บริเวณเชิงเขาหรือหน้าผา

ดังแสดงในภาพที่ 13

ภาพที่ 13 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบร่วงหล่น (Falls)

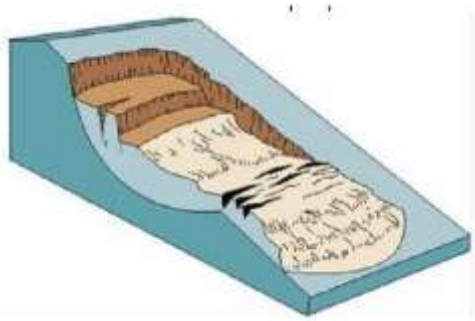
3.2.2 การกลิ้งไปข้างหน้า (Topples) เป็นการเคลื่อนที่โดยมีการหมุนหรือล้มคว่ำลงมาตามลาดเขา เป็นรูปแบบของการเคลื่อนตัวต่อเนื่องกลายเป็นแบบร่วงหล่น (Falls) หรือแบบเลื่อนไถล (Slides) ได้ต่อไป มักพบบริเวณเชิงหน้าผาดินหรือหินที่มีรอยแตก กระบวนการพิบัติมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องน้อย หรือไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบกลิ้งไปข้างหน้า (Topples)

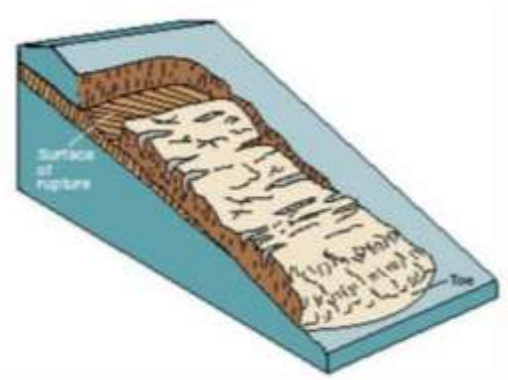
3.2.3 การเลื่อนไถล (Slides) การพิบัติชนิดนี้มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอสามารถจำแนกตามลักษณะของระนาบการเคลื่อนที่ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การเลื่อนไถลแบบหมุน (Rotational Slide) เป็นการเลื่อนไถลของวัตถุลงมาตามระนาบของการเคลื่อนที่ที่มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลมคล้ายช้อน (Spoon-Shaped) ทำให้มีการหมุนตัวของวัตถุขณะเคลื่อนที่ซึ่งจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ดังแสดงในภาพที่ 15 ลักษณะดังกล่าวมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ดินมีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous Material) เช่น บริเวณที่มีชั้นดินหนามากหรือดินที่นำมาถม



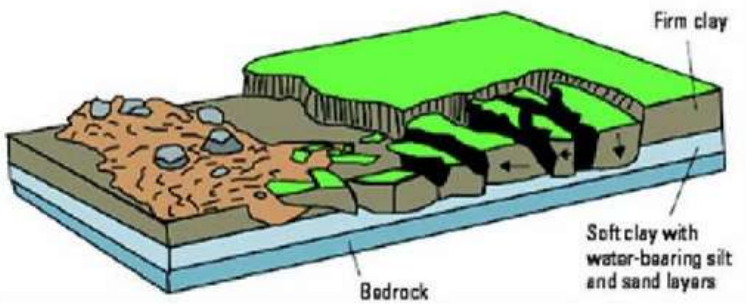
ภาพที่ 15 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนไถลแบบหมุน (Rotational Slide)

2) การเลื่อนไถลแบบระนาบ (Translational Slide) เป็นการเลื่อนไถลลงมา มีลักษณะเป็นระนาบตรง โดยทั่วไปเป็นการเคลื่อนที่ตามระนาบของโครงสร้างทางธรณีวิทยา เช่น ตามระนาบรอยแตก (Joint) ระนาบทิศทางการวางตัวของชั้นหิน (Bed) และรอยต่อระหว่างชั้นดินและหิน ดังแสดงในภาพที่ 16



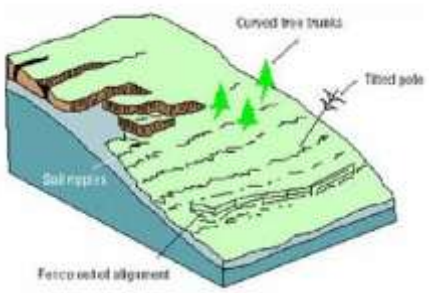
ภาพที่ 16 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนไถลแบบระนาบ (Translational Slide)

3.2.4 การเลื่อนตัวออกทางด้านข้าง (Lateral Spread) โดยทั่วไปจะเกิดบนพื้นราบหรือพื้นที่มีความลาดชันน้อย ชั้นดินจะประกอบด้วยตะกอนขนาดละเอียดมาก การเกิดโดยทั่วไปจะเกิดกับชั้นตะกอนละเอียดที่อิ่มตัวด้วยน้ำและมีพฤติกรรมเหมือนของไหล เนื่องจากอาจจะได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว หรือเกิดจากการที่มีชั้นหินหรือชั้นดินแข็งและไม่อุ้มน้ำวางตัวทับอยู่บนชั้นดินที่อุ้มน้ำ เมื่อชั้นดินที่อุ้มน้ำถูกทับด้วยน้ำหนักที่มากก็จะไหลออกด้านข้างทำให้ชั้นดินและชั้นหินที่อยู่ด้านบนแตกออกและยุบตัว ดังแสดงในภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเลื่อนตัวออกทางด้านข้าง (Lateral Spread)

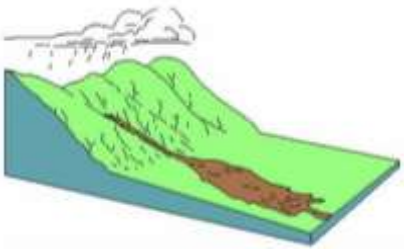
3.2.5 การเคลื่อนที่ของมวลดิน (Soil Creep) เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินอย่างช้าเนื่องจากกระบวนการสูญเสียแรงต้านทานการไหลของชั้นดิน ส่งผลให้เกิดแรงผลักดันให้ชั้นดินมีการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ แต่ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการพังทลายของมวลดิน ซึ่งหลักฐานที่ใช้ในการสังเกตคือแนวรั้วหรือกำแพงและหรือต้นไม้ที่ขึ้นในบริเวณนั้นมีการเอียงตัวหรือบิดเบี้ยวไปจากเดิม ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบเคลื่อนที่ของมวลดิน (Soil Creep)

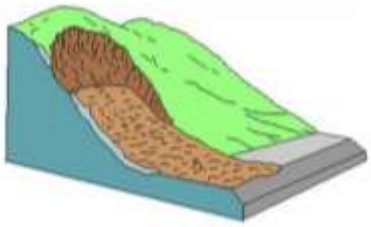
3.2.6 การไหล (Flows) เป็นการพิบัติของลาดดินที่มีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องมากที่สุดโดยน้ำจะทำให้ตะกอนมีบักษณะเป็นของไหลและเคลื่อนที่ไปบนพื้นระนาบของลาดลงไปกองทับถมกันที่ด้านล่างของลาดดินหรือเชิงเขา ตะกอนอาจเคลื่อนที่ไปได้เป็นระยะทางไกลและความเร็วในการเคลื่อนที่อาจสูงมากถ้าลาดดินมีความชันสูง ทั้งนี้ยังสามารถแบ่งตามชนิดของตะกอนได้เป็น 4 ชนิด คือ

1) Debris Flow ตะกอนที่ไหลลงมาจะมีอนุภาคหลายขนาดปะปนกันมักเกิดขึ้นตามทางน้ำเดิมที่มีอยู่แล้วหรือบนร่องเล็กๆ บนลาดเขาซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบ โดยทั่วไปจะเป็นน้ำฝนที่ตกอย่างหนักเป็นตัวกลางพัดพาเอาตะกอนดินและหินรวมถึงซากต้นไม้ต้นหญ้าไหลมารวมกันก่อนที่จะไหลมากองทับถมกันบริเวณที่ราบเชิงเขาในลักษณะของเนินตะกอนรูปพัดหน้าหุบเขา ดังแสดงในภาพที่ 19



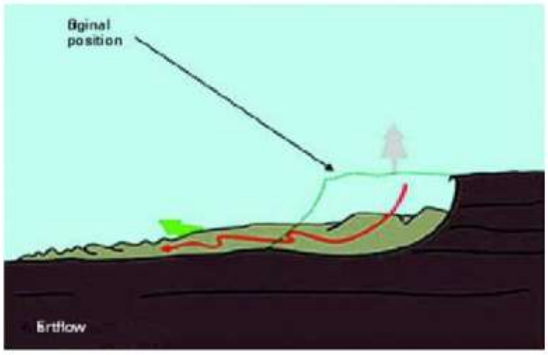
ภาพที่ 19 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Debris Flow

2) Avalanche Flow เป็นการเคลื่อนที่ลงมาตามลาดเขา มวลดินจะประกอบด้วยตะกอนหลากหลายขนาดปนกันและจะมีขนาดของร่องรอยการวิบัติที่มีขนาดใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Avalanche Flow

3) Earth Flow เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินที่ประกอบด้วยตะกอนขนาดละเอียด จำพวกดินเหนียว ดินทรายแป้งตามพื้นที่ที่มีความลาดชันไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ลักษณะการพิบัติของลาดดินและหินแบบ Earth Flow

4) Mud Flow มีกระบวนการเกิดเช่นเดียวกับ Debris Flow แตกต่างกันที่ขนาดของตะกอนแบบ Mud Flow จะมีขนาดเล็กกว่าตะกอนของ Debris Flow คือประกอบไปด้วยตะกอนดินและมีน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

3.3 การลดความเสี่ยงจากการพังทลายของชั้นดินและหิน

3.3.1 การปลูกพืชคลุมดินหรือไม้โตเร็ว จะเป็นวิธีการที่ได้ผลที่สุด โดยจะต้องมีการศึกษาชนิดพันธุ์พืชที่เหมาะสม และมีการวางแผนอย่างต่อเนื่อง

3.3.2 ปรับปรุงเสถียรภาพความลาดชันด้วยวิธีลดระดับน้ำใต้ดินโดยตรง คือ การเจาะหลุมระบายน้ำทั้งแนวดิ่งและแนวเอียง หรือโดยอ้อม คือ การจัดระบบระบายน้ำ และการควบคุมการเพิ่มน้ำของชั้นดินและชั้นหินในพื้นที่ (Recharge control)

3.3.3 การขุดปรับแต่งความลาดชัน

3.4 การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตกรรมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดเทและขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม พระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2551 มาตรา 4 ได้ให้คำนิยามไว้ว่า “การชะล้างพังทลายของดิน” หมายถึง ปรากฏการณ์ซึ่งที่ดิน ถูกชะล้าง กัดเซาะพังทลายด้วยพลังงานที่เกิดจากน้ำ ลม หรือโดยการกระทำอื่นใดเป็นเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรม สูญเสียเนื้อดินหรืออุดมสมบูรณ์ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551)

การชะล้างพังทลายของดิน เกิดจากกระบวนการที่สำคัญ คือ กระบวนการแตกกระจาย (detachment) เมื่อเม็ดฝนตกลงมากระทบกับก้อนดิน ทำให้ก้อนดินแตกเป็นเม็ดดินเล็ก ๆ ภายหลังที่เม็ดฝนกระทบก้อนดินแล้วน้ำบางส่วนก็จะไหลซึมลงไปในดิน เมื่อดินอิ่มตัวจนน้ำไม่สามารถจะไหลซึมไปได้อีกแล้ว ก็จะเกิดน้ำไหลบ่าพัดพาเอาก้อนดินเล็ก ๆ ที่แตกกระจายอยู่บนผิวดินไปด้วยและพัด

พาไป (transportation) และการตกตะกอนทับถม (deposition) เม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำจะไหลลงสู่พื้นที่ต่ำ ทำให้เกิดการสะสมตะกอนของดินในที่ลุ่มต่ำ ตัวการกัดกร่อนที่สำคัญอย่างมากในประเทศไทย ได้แก่ การชะล้างพังทลายโดยน้ำ และการพังทลายโดยลม การชะล้างพังทลายของดินเกิดจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ การชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ (natural erosion or geologic erosion) เป็นการชะล้างพังทลายซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยมีทั้งน้ำและลมเป็นตัวการ เช่น การชะล้างพังทลาย แผ่นดินเลื่อน การพัดพาโดยลมตามชายฝั่งทะเลหรือในทะเลทราย เป็นต้น การพัดพาดินแบบนี้เป็นแบบที่ป้องกันไม่ได้ และถ้าเกิดมักใช้เวลานาน เป็นการเกิดแบบค่อยเป็นค่อยไปและช้ามาก และหนึ่งที่มีมนุษย์หรือสัตว์เลี้ยงเข้ามาช่วยเร่งให้มีการกัดกร่อนเพิ่มขึ้นจากการชะล้างพังทลายโดยธรรมชาติ เช่น การถางป่าทำการเพาะปลูกอย่างขาดหลักวิชาการ ทำให้พื้นดินปราศจากสิ่งปกคลุม ทำให้การกัดกร่อนโดยลมและฝนเกิดขึ้น และพัดพาดินสูญเสียไปได้เพิ่มขึ้น การสูญเสียดินจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ทำการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

3.4.1 การชะล้างพังทลายของดินในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินถูกชะล้างพังทลาย คือ ฝนและลม ซึ่งผลกระทบจากปัจจัยทั้งสองต่อการชะล้างพังทลายของดินนี้ จะแตกต่างกันไปตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของโลก กล่าวคือ ด้วยปริมาณและคุณภาพของฝนและลม และสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาค จะทำให้ความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกัน เช่น ในเขตที่มีฝนตกน้อยเกินไปหรือเขตที่มีฝนตกมากเกินไป การชะล้างพังทลายของดินมักไม่ค่อยรุนแรงนัก สำหรับประเทศไทยนั้น จะเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับอัตราการชะล้างพังทลายของดินเป็นหลัก

พื้นที่ใดก็ตามที่มีฝนตกรายปีน้อย อัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำจะมีน้อย เนื่องจากขาดแรงตกกระทบจนทำให้อนุภาคดินแตกแยกหรือมีก็น้อย ในขณะเดียวกันก็จะขาดพลังน้ำจากน้ำไหลบ่าหน้าดินด้วย และอัตราการชะล้างพังทลายของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีปริมาณฝนที่ตกมีมากขึ้น แต่เมื่อพื้นที่ใดมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป อัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำก็เริ่มลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณฝนในปริมาณดังกล่าวจะเป็นปัจจัยที่ทำให้พืชพรรณและป่าไม้หนาแน่นมากขึ้นและปกคลุมหน้าดินได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำ จะเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกมากนั้น ถ้าหากพืชพรรณหรือป่าไม้ที่ปกคลุมถูกทำลายหรือเปลี่ยนสภาพไป ศักยภาพในการชะล้างพังทลายของดินก็จะสูงมากขึ้นทันที ซึ่งสามารถสังเกตได้จากลักษณะการตกของฝนและพลังชะล้างพังทลายของน้ำฝนในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

3.4.2 รูปแบบการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญในประเทศไทย

1) การชะล้างพังทลายแบบกระเด็น (splash erosion) การตกกระทบของเม็ดฝนติดต่อกัน จากน้ำฝนนับหมื่นนับล้านเม็ดนั้น จะทำให้อนุภาคดินบนผิวหน้าแตกกระจาย และกระเด็นออกไปจากตำแหน่งเดิม โดยเฉพาะจะเกิดอย่างรุนแรงบนพื้นดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม การชะล้าง

พังทลายชนิดนี้ถ้าเกิดในที่ราบ เม็ดดินก็จะไปไม่ได้ไกลนัก แต่ถ้าเกิดบนพื้นที่ลาดเขาจะถูกน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาไป อย่างไรก็ตาม การกัดกร่อนในลักษณะประเด็นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการสูญเสียดินที่ค่อยเป็นค่อยไป และมักไม่ค่อยมีคนสนใจกันมากนัก

2) การชะล้างพังทลายแบบผิวผ่าน (sheet erosion) เม็ดดินที่ถูกกัดชะ โดยกระบวนการชะล้างพังทลายแบบนี้ นับเป็นแหล่งดินและตะกอนที่จะถูกพัดพาเคลื่อนที่ออกไปจากพื้นที่ลาดเขาโดยแรงน้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งไหลเอ่อเหนือผิวดินเป็นแผ่นบาง ๆ อัตราการถูกพัดพาลงสู่ที่ต่ำขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นสำคัญ ขนาด รูปร่าง และความหนาของตะกอนก็มีส่วนอยู่มากในการที่จะถูกพัดพาไปได้มากหรือน้อย ซึ่งการกัดกร่อนในลักษณะนี้เห็นได้ยาก และชาวไร่มักไม่ค่อยได้สังเกตุเห็น การกัดกร่อนแบบนี้ทำให้เสียหน้าดินที่มีสีดำนับเป็นส่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างมาก เพราะมีอินทรียวัตถุสูง การปล่อยให้มีการกัดกร่อนเช่นนี้เกิดขึ้นบ่อย ๆ จะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง ในขณะเดียวกันก็จำเป็นต้องลงทุนหาปุ๋ยมาใส่ทดแทนมากขึ้น

3) การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว (rill erosion) การชะล้างพังทลายในลักษณะนี้เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินรวมกันเป็นทางน้ำเล็ก ๆ แล้วกัดเซาะลงไปในเนื้อดิน แต่เนื่องจากความคงทนของดินแตกต่างกันไป ประกอบกับแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินยังไม่หนามากนัก การกัดกร่อนจึงเป็นไปในลักษณะร่องตื้นขนาดเล็ก กระจายทั่วผิวหน้าดิน ปกติร่องขนาดเล็กดังกล่าวจะมีแนวเกือบเป็นเส้นตรงยาวติดต่อกันไป และขนานกันไปเป็นริ้ว ๆ ร่องดังกล่าวนี้ตื้นจนสามารถปรับให้หายไปได้โดยการไถพรวนแบบธรรมดา ความรุนแรงของกระบวนเคลื่อนย้ายในกรณีนี้ มีความรุนแรงมากกว่าที่เกิดในลักษณะการชะล้างพังทลายแบบผิวผ่าน การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้วนี้มีหน้าดินบางส่วนจะสูญเสียไป แต่เมื่อใดเกิดร่องริ้วแล้ว และไม่มีการปรับผิวหน้าดินใหม่ น้ำในร่องริ้วก็จะกัดกร่อนริ้วนี้ให้ลึก และกว้างจนถึงชั้นล่างได้อย่างรวดเร็ว

4) การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก (gully erosion) การชะล้างพังทลายของดินลักษณะนี้เกิดขึ้น เนื่องจากไม่ได้มีการป้องกัน หรือปรับปรุงหน้าดินที่มีลักษณะการชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว ปล่อยให้น้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินกัดกร่อนลึกลงไปเรื่อย ๆ ร่องริ้วจึงขยายตัวขึ้นเป็นร่องลึกลงไปถึงดินชั้นล่าง การเกิดการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึกนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำไหลในร่องในลักษณะการกัดชะและการเคลื่อนย้ายดิน รูปตัดของร่องลึกนี้มักเป็นตัว U หรือ ตัว V แล้วแต่ชนิดของดิน การชะล้างพังทลายแบบร่องลึกนี้ยากที่จะปรับหน้าดินใหม่ด้วยเครื่องไถพรวนชนิดใด ต้องเสียเวลาและลงทุนมากในการที่จะควบคุมให้กลับสู่สภาพที่ใช้ประโยชน์ได้ดีเช่นเดิม

5) การชะล้างพังทลายแบบเลื่อนไหล (mass soil movement) การชะล้างพังทลายของดินแบบเลื่อนไหลนี้ เป็นการเคลื่อนของมวลดิน หรือหินบนที่ที่มีความลาดชันสูง เนื่องจากแรงถ่วงของโลก และความแตกต่างของความชื้นของมวลสารชนิดเดียวกัน หรือคนละชนิดกัน การพังทลายแบบนี้อาจเกิดตามธรรมชาติได้ แต่กิจกรรมของมนุษย์มักเป็นตัวเร่งและก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายแบบนี้มากกว่าธรรมชาติได้

6) การชะล้างพังทลายโดยธารน้ำ (stream-bank erosion หรือ channel erosion) การพังทลายแบบนี้เกิดขึ้น เพราะลำน้ำค่อนข้างใหญ่ จะมีน้ำไหลผ่านในร่องน้ำเป็นปริมาณมากและเป็นเวลายาวนาน โดยเฉพาะภายหลังฝนตกหนัก พลังน้ำไหลตามร่องหรือลำน้ำนี้จะกัดชะดินชายฝั่งซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับผิวหน้าดิน ทำให้เกิดชะโงกง้ำ ใต้ผิวน้ำลึกเข้าไปในฝั่งจนดินบนเหนือระดับน้ำไม่มีฐานค้ำยันที่แข็งแรงเพียงพอก็จะไหลเลื่อนและพังลงมาสู่ท้องลำธารได้ การพังทลายแบบนี้จะมีมากบริเวณลำธารหักโค้งหรือลำน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล ซึ่งในบางแห่งก็ทำให้เสียทั้งที่ทำกินและที่อยู่อาศัยบริเวณสองฝั่งลำน้ำได้มากทีเดียว

3.4.2 ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

1) อิทธิพลของลมฟ้าอากาศ

(1) อิทธิพลของฝน ปัจจัยอันสำคัญที่สุดในบรรดาปัจจัยเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดินก็คือ ฝน ทั้งนี้เพราะแรงตกกระทบของเม็ดฝนนับเป็นพลังงานอันแรกที่ทำให้ดินเกิดการแตกแยกออกจากกันแรงตกกระทบดังกล่าว ยังเป็นตัวการต่อเนื่องที่ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการเคลื่อนย้ายอนุภาคดินด้วย ลักษณะอื่น ๆ ของฝนที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลายของดิน คือ ลักษณะการแตกกระจายของฝน (distribution) ปริมาณการชะล้างพังทลายจะเกิดขึ้นได้สูงสุด เมื่อฝนตกหนัก และหน้าดินว่างเปล่าปราศจากส่งปกคลุม หรือในช่วงที่พืชพรรณเพิ่งเริ่มงอกหรือเพิ่งเริ่มตั้งตัวได้

(2) อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน หรือระหว่างฤดูกาลนั้น มีผลต่อการปรับตัวของโครงสร้างดิน ทำให้การจับตัวกันของอนุภาคดินมีแรงยึดกันน้อยลง

2) อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ

(1) ความลาดเทของพื้นที่ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน โดยทั่วไปแล้วเมื่อความลาดเทมากขึ้น อัตราการชะล้างพังทลายของดินจะมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ลาดชันนั้น มักทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก เพราะดินมีโอกาสเก็บกักน้ำฝนที่ตกลงมาได้น้อย ทำให้มีการไหลบ่าหน้าดินรวดเร็วและรุนแรง บนพื้นที่ที่มีความลาดเทมากนั้น เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดได้รวดเร็วพลังน้ำ จะกัดกร่อนและพัดพาดินที่ถูกชะล้างลงสู่ที่ต่ำได้มาก อย่างไรก็ตาม ความลาดชันจะมีผลเพียงเล็กน้อยในขณะที่ฝนตกแผ่วเบา และนานจนกระทั่งน้ำไหลบ่าหน้าดินมีอัตราไหลคงที่ แต่จะมีอิทธิพลรุนแรงมากถ้าฝนตกในช่วงเวลาสั้น ๆ

(2) ความยาวของแนวความลาดเท จากการศึกษาพบว่า ปริมาณของดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความยาวของความลาดเทมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากอัตราการไหลบ่าน้ำหน้าดินเพิ่มมากขึ้นไปตามความยาวของความลาดเทที่ยาวมากขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตาม บนพื้นที่ลาดเขานั้น การกัดกร่อนผิวหน้าดินมักจะไม่ปรากฏให้เห็นบนบริเวณสันเขาและส่วนที่เป็นเชิงลาดลงมาในกรณีที่ฝนตกสม่ำเสมอทั่วทั้งลาดเขา แต่จะเห็นการชะล้างพังทลายของดินอย่างชัดเจนบริเวณที่ต่ำลงมา ตรงจุดที่น้ำไหลบ่าหน้าดินเริ่มมีพลังกัดชะสูงกว่าแรงต้านทานของอนุภาคดิน ดังนั้น จึงมัก

เห็นเสมอว่าตามแนวสันเขานั้นจะมีความกว้างอยู่ขนาดหนึ่งซึ่งไม่ค่อยมีการชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นมากนั้น ซึ่งความกว้างของแต่ละแนวสันเขานี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกัน

เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่ที่ต่ำนั้น ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งพลังการเคลื่อนย้ายดินของน้ำไหลบ่าหน้าดินหมดสมรรถนะ ไม่สามารถจะพัดพาเคลื่อนย้ายมวลดินตะกอนลงต่ำไปได้อีกแล้ว กระบวนการตกตะกอนก็จะเกิดขึ้น ณ จุดนั้น ส่วนมากมักจะเป็นบริเวณใกล้สองฝั่งลำธาร ดังนั้น การที่จะลดอัตราและปริมาณการชะล้างพังทลายของดินบริเวณลาดเขาควรทำเครื่องกีดขวางทางน้ำเป็นช่วง ๆ ตามลาดชันด้วยระยะทางที่เหมาะสม

(3) รูปร่างของความลาดเท ความลาดเทของพื้นที่ผืนใดผืนหนึ่ง อาจมีลักษณะของแนวความลาดเทแบบตรงเรียบ หรือลาดนูนขึ้น และโค้งลง หรือลาดเว้าลง และงอขึ้นก็ได้ บนความลาดเทที่โค้งขึ้น (convex) นั้น ความลาดเทจะมีมากตอนใกล้จุดต่ำสุดของแนวลาดเทซึ่งเป็นบริเวณที่อัตราความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินจะเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาคือการชะล้างพังทลายของดินจะมากกว่าความลาดเทแบบอื่น ๆ และบนพื้นที่ที่มีความลาดเทแบบเว้า (concave) ความลาดเอียงจะลดน้อยลงตอนบริเวณใกล้จุดสิ้นสุดของความลาดเท ซึ่งมักทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณดังกล่าวนี้มากกว่าที่จะเกิดการชะล้างพังทลายต่อไป ทั้งนี้เพราะอัตราการไหลบ่าของน้ำหน้าดินจะถูกทำให้ลดลงอย่างรวดเร็วนั่นเอง

3) ปัจจัยเกี่ยวกับดิน ดินแต่ละชนิดจะถูกชะล้างพังทลายได้ยากง่ายแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินเป็นสำคัญ แม้ว่าจะถูกชะและถูกเคลื่อนย้ายด้วยแรงปะทะของน้ำฝน และพลังเคลื่อนย้ายของน้ำไหลบ่าหน้าดินในอัตราและปริมาณเดียวกัน บนความลาดเทเท่ากัน และมีพืชพรรณที่คลุมผิวหน้าดินหนาแน่นเท่าเทียมกัน โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของดินที่สำคัญ ดังนี้

(1) ความคงทนต่อการถูกกัดเซาะและเคลื่อนย้าย ในกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน มี 3 ขั้นตอน คือ การกัดชะ การเคลื่อนย้าย และการตกทับถม

(2) อัตราการซึมของดิน ความสามารถในการเปียกน้ำของดิน และสมรรถนะการอุ้มน้ำสูงสุดของดิน การเคลื่อนย้ายของน้ำจากผิวดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป ไม่ว่าจะผ่านลงไปในรูดินตามธรรมชาติ รอยแยกของดิน รูที่จะเกิดจากการผุพังของรากไม้ หรือรูที่สัตว์ขุดขึ้น ล้วนเรียกว่า การซึมผ่านผิวดิน (infiltration) น้ำฝนที่ตกลงสู่ผิวดิน ส่วนหนึ่งจะซึมผ่านผิวดินลงสู่ชั้นที่ลึกลงไป ดังนั้น น้ำไหลบ่าหน้าดินจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อดินเปียกเต็มที่ และยอมให้น้ำซึมผ่านผิวดินเริ่มคงที่ อัตราการซึมผ่านผิวดินของน้ำ (infiltration rate) มีความแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ปริมาณและขนาดของช่องว่างในดิน ถ้าหากมีอนุภาคของดินที่ละเอียดจับตัวคลุกเคล้ากันเป็นกลุ่มก้อน มักมีความสามารถดูดซับน้ำได้ดีพอสมควร ดินชนิดนี้จะมีความสามารถต้านทานต่อการชะล้างพังทลายได้สูง

(3) ความลึกของดินชั้นบน ดินที่บริเวณผิวหน้าดินถูกกัดชะไปนั้นมักจะง่ายต่อการถูกชะล้างพัดพา ทั้งนี้เพราะหน้าดินซึ่งเคยเป็นเนื้อดินร่วนซุย โครงสร้างดี และอินทรียวัตถุสูง

ได้ถูกชะล้างไปจนหมดแล้ว ดินที่เหลืออยู่จึงมีการซึมซาบน้ำได้น้อยกว่าที่เคยเป็น ทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้นได้ง่ายและมาก อัตราการชะล้างพังทลายจึงเป็นไปในอัตราสูง

3.5 การจัดการดินสำหรับการปลูกพืช

3.5.1 ชุดดินลี้ (Li series : Li) จัดอยู่ใน Clayey skeletal, mixed, semiactive, isohyperthermic shallow Ultic Haplustalfs เกิดจากการผุพังของหินดินดาน และหินฟิลไลต์ ที่เคลื่อนย้ายมาทับถมโดยแรงดึงดูดของโลกและที่ผุพังอยู่กับที่ บนที่ราบเชิงเขา และบนพื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยจนถึงเป็นลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันประมาณ 3-16 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินตื้น มีการระบายน้ำดี มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว

ดินบนลึกไม่เกิน 5-15 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีเข้มของน้ำตาลปนแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงกรดจัด (pH 5.5-7.0) ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งมีหินดินดานก้อนเล็ก ๆ ปนอยู่ประมาณ 15-35 เปอร์เซ็นต์ และจะพบชั้นของหินดินดานหรือหินฟิลไลต์ที่สลายตัวภายในความลึกไม่เกิน 60 เซนติเมตร จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-6.5)

1) ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกพืช

(1) ดินตื้น มีเศษหินและกรวดลูกรังปะปนอยู่ในชั้นดินมาก และพบหินพื้นหรือหินที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน ในความลึก 50 เซนติเมตร จากผิวดินบนเป็นส่วนใหญ่ เวลาฝนทิ้งช่วงดินจะแห้งเร็ว

(2) การชะล้างพังทลายของดิน เกิดขึ้นในระดับปานกลางถึงรุนแรง โดยเฉพาะบริเวณที่ใช้ในการเพาะปลูกซึ่งเป็นดินตื้นมาก และมีความลาดเทเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์

(3) ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงรวดเร็ว เนื่องจากมีการชะล้างพังทลายของหน้าดินอย่างต่อเนื่อง

(4) ดินแห้งจัดและขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก แหล่งน้ำธรรมชาติมีจำกัดและไม่มีระบบชลประทานถึง จึงไม่สามารถเพาะปลูกพืชในฤดูแล้ง

2) การจัดการเพื่อให้เหมาะสมในการปลูกพืช

(1) การเลือกพื้นที่สำหรับปลูกพืช ปลูกเฉพาะพืชไร่รากตื้น ในดินตื้นที่มีหน้าดินหนากว่า 15 ซม. และดินตื้นมากและมีความลาดเทสูง ควรสงวนไว้เป็นป่าธรรมชาติ

(2) การเตรียมหลุมปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้นบางชนิด ควรเตรียมหลุมปลูกขนาดไม่น้อยกว่า 75x75x75 เซนติเมตร และผสมปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อหลุม

(3) การอนุรักษ์ดินและน้ำ ในการปลูกพืชไร่และไม้ผล ควรผสมผสานการอนุรักษ์ดินและน้ำด้วยวิธีการทางพืชและวิธีกล

3) การใช้ปุ๋ยสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ

(1) ข้าวไร่ พันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง ครั้งแรกใช้ปุ๋ยสูตร 26-14-0 อัตรา 43 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-0-22 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนครั้งที่สองใช้ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 15-30 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนข้าวไร่พันธุ์ไวต่อช่วงแสง ครั้งแรกใช้ปุ๋ยสูตร 26-14-0 อัตรา 28 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-0-22 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ครั้งที่สองใช้ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 15-30 กิโลกรัมต่อไร่

(2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใช้ปุ๋ยผสมระหว่างปุ๋ยสูตร 20-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 0-0-22 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยแบ่งใส่เป็น 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เพียง 1/3 รองก้นหลุมพร้อมปลูก ครั้งที่สองใส่ส่วนที่เหลือทั้งหมด (2/3) โดยโรยข้างแถวแล้วพรวนกลบเมื่อข้าวโพด มีอายุระหว่าง 3-4 สัปดาห์

(3) ถั่วลิสง สำหรับพื้นที่ไม่เคยปลูกถั่วลิสงมาก่อน หรือเคยปลูกแต่เว้นมานานแล้ว แนะนำให้คลุกด้วยเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วลิสงพร้อมปลูก สำหรับปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-0-22 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ จะใส่ทั้งหมดครั้งเดียว เมื่ออายุได้ 1-3 สัปดาห์หลังปลูก โดยใส่ข้างแถวแล้วพรวนกลบ

(4) ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ควรเป็นชนิดหญ้าผสมถั่ว ชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมควรสอบถามจากสถานีพืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่น ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก) จำนวน 1-3 ตันต่อไร่ ร่วมกับหินฟอสเฟต (0-3-0) อัตรา 50-100 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะเตรียมดินเพื่อการพรวนคลุกให้เข้ากับดินอย่างสม่ำเสมอทั้งพื้นที่ หลังการหว่านเมล็ดพืชแล้วประมาณ 1-3 เดือน จะใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 20-10-5 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ อีกครั้ง ในระหว่างปีควรมีการหว่านปุ๋ยคอกประมาณ 1-3 ตันต่อไร่

(5) มะม่วง ก่อนปลูกควรรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกที่ย่อยสลายดีแล้วร่วมด้วยหินฟอสเฟต และปุ๋ยสูตร 16-16-8 ในอัตรา 5-10, 0.5 และ 0.2 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่อมะม่วงอายุ 1-2 ปี ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และเมื่อมะม่วงอายุประมาณ 3 ปีขึ้นไปเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตแล้ว จึงแบ่งระยะการให้ปุ๋ยเป็น 4 ระยะ คือ 1) ระยะบำรุงต้นหลังเก็บเกี่ยวใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ปุ๋ยในระยะนี้ควรให้ซ้ำเมื่อมะม่วงแตกใบอ่อนชุดที่ 2 แล้ว 2) ระยะเร่งสร้างตาดอก ใช้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับมะม่วงอายุ 2-4 ปี, อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับมะม่วง อายุ 5-7 ปี และอัตรา 5 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับมะม่วงอายุ 8 ปีขึ้นไป ตามลำดับ 3) ระยะบำรุงผล ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และ 4) ระยะปรับปรุงคุณภาพผลผลิตใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับการพ่นปุ๋ยทางใบ

(6) ลำไย อายุ 1-3 ปี (หลังแตกใบอ่อนชุดที่ 1) ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตราเท่ากัน คือ 1 กิโลกรัมต่อต้น อายุ 4 ปี ในช่วงต้นเดือนสิงหาคมใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และสูตร 46-0-0 ในอัตราเท่ากัน คือ 1 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับใช้ปุ๋ยสูตร 0-52-34 อัตรา 0.2 กิโลกรัมต่อต้น ต่อน้ำ 20 ลิตรในช่วงเดือนพฤศจิกายนโดยพ่นปุ๋ยทุก ๆ 7 วัน ประมาณ 3 ครั้ง เพื่อไม่ให้ลำไยแตกใบใหม่ อายุ 5 ปีขึ้นไป เป็นช่วงที่ลำไยให้ผลผลิตแล้ว ทำการกระตุ้นการแตกใบอ่อนชุดที่ 1 และ 2 (ประมาณเดือนกันยายน) ควรใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตราเท่ากัน คือ 1 กิโลกรัมต่อต้น จากนั้นช่วงกลางเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่ให้ลำไยพักตัวเพื่อพร้อมต่อการออกดอกควรใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น ระยะลำไยติดผลควรบำรุงผลให้เจริญเติบโตด้วยปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตราเท่ากัน คือ 1 กิโลกรัมต่อต้น ก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 เดือน สามารถเพิ่ม

ผลผลิตด้วยการใช้ปุ๋ยสูตร 0-0-60 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ในอัตราเท่ากัน คือ 1 กิโลกรัมต่อต้น ซ้ำอีกครั้ง

(7) ส้มเขียวหวาน อายุ 1 ปี ใช้ปุ๋ยสูตร 20-10-10 หรือปุ๋ยสูตร 25-7-7 หรือปุ๋ยสูตร 15-15-15 + 46-0-0 (สัดส่วน 1:1) อัตรา 0.5-1.0 กิโลกรัมต่อต้น โดยแบ่งใส่ 4-6 เดือนต่อครั้ง และปุ๋ยอินทรีย์ 10-20 กิโลกรัมต่อต้น เพียงครั้งเดียวในช่วงฤดูฝน ปีที่ 4-6 ใช้ปุ๋ยสูตรเดียวกันกับส้มปีที่ 1 แต่เพิ่มอัตราเป็น 1-2 กิโลกรัมต่อต้น โดยใส่ 3-4 เดือนต่อครั้ง และปุ๋ยอินทรีย์ 20-50 กิโลกรัมต่อต้น เพียงครั้งเดียวในช่วงฤดูฝน และอายุ 4 ปีขึ้นไป ซึ่งส้มจะเริ่มให้ผลผลิต ควรแบ่งการใส่ปุ๋ยเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงก่อนออกดอก ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และพ่นปุ๋ยธาตุรองและธาตุอาหารเสริมทางใบ ในระยะติดผล พ่นปุ๋ยธาตุรองและธาตุอาหารเสริมทางใบเช่นเดียวกัน สำหรับช่วงใกล้เก็บเกี่ยวผลผลิตใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 1-2 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ควรใช้ปุ๋ยสูตรเดียวกันกับที่ใช้ในส้มอายุ 1 ปี แต่ใส่อัตรา 1-3 กิโลกรัมต่อต้น พ่นปุ๋ยธาตุรองและธาตุอาหารเสริมทางใบ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 20- 50 กิโลกรัมต่อต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

3.5.2 ชุดดินวังสะพุง (Wang Saphung series: Ws) จัดอยู่ใน fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs เกิดจากการสลายตัวของหินดินดาน หรือหินฟิลไลต์ บางแห่งจะมีเนื้อปูนผสมอยู่ด้วย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะลอนลาดถึงลอนชันเล็กน้อย มีความลาดชัน 4-7 เปอร์เซ็นต์ ชุดดินนี้เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี คาดว่าดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง

ดินลึกไม่เกิน 20 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้มปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) ดินบนตอนล่างลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียวหรือดินเหนียว สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีน้ำตาลแก่ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก (pH 5.0-5.5) ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ลงไป เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีพื้นเป็นสีแดงปนเหลืองปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดปานกลาง (pH 6.0-6.5) ในระดับความลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร ลงไป จะพบเศษหินดินดานกำลังผุพัง และปริมาณเพิ่มขึ้นตามความลึก

1) ปัญหาและข้อจำกัดในการปลูกพืช

(1) การชะล้างพังทลายของหน้าดิน

(2) สมบัติทางกายภาพไม่เหมาะสม

(3) ขาดแคลนน้ำสำหรับการปลูกพืชในบางช่วง

(4) ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเร็ว เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินและขาดการบำรุงดิน

2) การจัดการเพื่อให้เหมาะสมในการปลูกพืช

(1) การอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ควรผสมผสานวิธีกลและวิธีทางพืช วิธีกล ได้แก่ การทำคันดิน ขั้นบันไดดิน คันคูแบนน้ำ ทางระบายน้ำ บ่อดักตะกอน หรือบ่อน้ำประจำไร่นา เพื่อเก็บกักน้ำส่วนเกินไว้ใช้ประโยชน์ในฤดูแล้ง และวิธีทางพืช

ได้แก่ ปลูกพืชเป็นแถบตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ ปลูกแถบหญ้าแฝกตามแนวระดับ ปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับแถวพืชหลักตามแนวระดับ

(2) พัฒนาแหล่งน้ำและรักษาความชุ่มชื้นในดิน เนื่องจากพบบริเวณที่ดินไม่มีระบบชลประทานเข้าถึง จำเป็นต้องพัฒนาแหล่งน้ำ โดยการขุดบ่อน้ำประจำไร่นา หรือขุดลอกแหล่งน้ำเก่าที่ตื้นเขิน นอกจากการพัฒนาแหล่งน้ำแล้วจะต้องมีวิธีการรักษาความชื้นในดิน โดยใช้วัสดุคลุมดินระหว่างแถวพืช และปลูกพืชคลุมดินระหว่างแถวไม้ผล

(3) ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการจัดระบบการปลูกพืชบำรุงดิน ได้แก่ ปลูกพืชหมุนเวียน โดยปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับพืชหลัก และปลูกพืชตระกูลถั่วแซมระหว่างแถวพืชอื่น หรือปลูกแบบเหลื่อมฤดู การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ควรทำปุ๋ยพืชสดในบางปี สำหรับการทำปุ๋ยพืชสดนั้นเริ่มจากการปลูกพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ก่อนปลูกพืชหลัก ประมาณ 2 เดือน เมื่อพืชตระกูลถั่วออกดอกก็พรวนกลบเพื่อบำรุงดิน

3) การเตรียมดินสำหรับปลูกพืชชนิดต่าง ๆ

(1) สำหรับปลูกพืชไร่ ให้ทำการไถเตรียมดินปลูกพืชไร่ขวางความลาดเทของพื้นที่ ทำคันดินขวางความลาดเทของพื้นที่ช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดินเมื่อฝนตกหนัก ขุดบ่อดักตะกอน เพื่อช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดิน และยังสามารถใช้น้ำเสริมในการเพาะปลูก นำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทางพืชมาใช้ เช่น การปลูกพืชเป็นแถบสลับกับการปลูกพืชเป็นแถว ขวางความลาดเทของพื้นที่ การปลูกพืชตระกูลถั่วแซมพืชหลัก เป็นต้น ใส่ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก อัตรา 1.5-2.0 ตันต่อไร่ หรือปลูกพืชปุ๋ยสดแล้วไถกลบลงดินเมื่อปุ๋ยพืชออกดอกได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ปลูกพืชตระกูลถั่วสลับกับพืชไร่หลักหรือปลูกพืชตระกูลถั่วแซมกับพืชหลัก จะช่วยรักษาและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินและยังช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอีกด้วย

(2) การเตรียมดินสำหรับปลูกไม้ผล และไม้ยืนต้น

- มะขาม เตรียมหลุมปลูกขนาด 60x60x60 เซนติเมตร ดินที่ขุดขึ้นมาให้แยกชั้นบนและล่างไว้คนละกอง ตากดินและหลุมไว้ 15-20 วัน ผสมดินล่างกับปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกในอัตราส่วน 2:1 จากนั้นกลบดินชั้นบนลงในหลุมแล้วตามด้วยดินชั้นล่าง ควรกลบดินให้สูงกว่าขอบปากหลุมเดิมเผื่อการยุบตัวหลังจากรดน้ำหรือฝนตก ช่วยให้ไม่เกิดแอ่งรอบโคนต้น

- มะม่วง ปรับพื้นที่ให้ราบหรือค่อนข้างราบ ถ้าพื้นที่ลาดเอียงเกิน 12 องศา ให้ปรับพื้นที่เป็นขั้นบันได ไถดินด้วยไถผาลสามจำนวน 2 ครั้ง พรวนด้วยไถผาลเจ็ด 1-2 ครั้ง แต่ละครั้งมีช่วงตากดิน 7-14 วัน แล้วคราดเก็บเศษวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง ระยะปลูกระหว่างต้น x ระหว่างแถว เท่ากับ 4x6 เมตร หรือ 5x7 เมตร หรือ 6x8 เมตร หลุมปลูกในพื้นที่อุดมสมบูรณ์ควรมีขนาด 50x50x50 เซนติเมตร ส่วนหลุมปลูกในพื้นที่อุดมสมบูรณ์ปานกลางควรมีขนาด 70x70x70 เซนติเมตร และใช้วัสดุปรับปรุงดินเพิ่มมากขึ้น

4) การใช้ปุ๋ยสำหรับพืชชนิดต่าง ๆ

(1) พืชไร่ ใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเพิ่มผลผลิตพืชไร่ที่ปลูก

(2) ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ในพื้นที่ที่ไม่เคยปลูกมาก่อน หรือเคยปลูกแต่นานมาแล้ว ให้คลุกเมล็ดถั่วด้วยเชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสมกับชนิดถั่วพร้อมปลูก ส่วนปุ๋ยเคมีจะใส่เพียงครั้งเดียวข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบ หลังปลูกถั่วแล้ว ประมาณ 1-3 สัปดาห์ โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ร่วมกับปุ๋ยสูตร 0-0-22 ในอัตรา 30 และ 5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

(3) ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปุ๋ยเคมีแบ่งใส่ 2 ครั้งเท่า ๆ กัน โดยจะใช้ปุ๋ยผสมกันระหว่างปุ๋ยสูตร 20-20-0 กับปุ๋ยสูตร 0-0-22 ที่อัตรา 50 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ครั้งแรกใส่รองก้นหลุมพร้อมปลูก ครั้งที่สองใส่ข้างแถวปลูกแล้วพรวนกลบที่อายุประมาณ 3-4 สัปดาห์

(4) มะขาม ช่วงยังไม่ให้ผลผลิต ใช้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ควรแบ่งใส่ 3 ครั้งต่อปี โดยห่างกันครั้งละ 4 เดือน และมะขามให้ผลผลิตแล้วใช้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อต้น ควรแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง คือ ต้น และปลายฤดูฝน

(5) มะม่วง ก่อนปลูกควรรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกที่ย่อยสลายดีแล้วร่วมด้วยหินฟอสเฟตและปุ๋ยสูตร 16-16-8 ในอัตรา 5-10, 0.5 และ 0.2 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ เมื่ออายุ 1-2 ปี ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น และเมื่ออายุ 3 ปีขึ้นไปเป็นช่วงที่ให้ผลผลิตแล้ว จึงแบ่งระยะการให้ปุ๋ยเป็น 4 ระยะ คือ 1) ระยะบำรุงต้นหลังเก็บเกี่ยวให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ปุ๋ยระยะนี้ควรให้ซ้ำเมื่อมะม่วงแตกใบอ่อนชุดที่ 2 แล้ว 2) ระยะเร่งสร้างตาดอก ใช้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับมะม่วงอายุ 2-4 ปี, 2 กิโลกรัมต่อต้น สำหรับมะม่วงอายุ 5-7 ปี และ 5 กิโลกรัมต่อต้น และ 4) ระยะปรับปรุงคุณภาพผลผลิตใช้สูตร 13-13-21 อัตรา 1 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมด้วยการพ่นปุ๋ยทางใบ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

3.6 สมการการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation)

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินการสูญเสียดินที่มีมานานแล้วในสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มมีการใช้สมการในปี 1940 สมการดังกล่าวเริ่มต้นโดยการพัฒนาและปรับปรุงจากสมการอย่างง่าย ๆ แต่เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินเป็นขบวนการที่ซับซ้อน จึงมีการพัฒนาปรับปรุงเรื่อยมา จนกระทั่งมีการศึกษาของ Wischmeier and Smith (1965) ที่ได้ศึกษาวางแปลงทดลองการสูญเสียดิน 10,000 แปลงต่อปี เป็นเวลาหลายสิบปี ทำให้ได้ข้อมูลทางสถิติของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันจนสามารถนำมาสร้างเป็นสมการคาดคะเนการสูญเสียดิน และได้มีการนำมาประมวลและพัฒนาเป็นสมการการสูญเสียดินสากลขึ้น (Universal Soil Loss Equation, USLE) อันเป็นจุดเริ่มต้นที่ได้นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก วิธีการและแนวทางในการใช้สมการการสูญเสียดินสากล โดยได้เสนอรูปแบบสมการที่รู้จักกันดี ซึ่งมีปัจจัยที่ใช้คิดคำนวณการสูญเสียดิน คือ

$$A = R K L S C P$$

เมื่อ A คือ การคาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่ ที่คำนวณจากทั้ง 6 ปัจจัยดังสมการ โดยไม่รวมการชะล้างพังทลายจากร่องลึกหรือฝั่งลำน้ำ (ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี)

R คือ ค่าปัจจัยชะล้างพังทลายของฝน (rainfall erosivity factor, R-factor) เป็นตัวเลขแสดงถึงความสามารถของฝนในการก่อให้เกิดการกัดชะในปีหนึ่ง ๆ โดยคำนวณมาจากวิธี EI_{30max} (ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี)

K คือ ค่าปัจจัยความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor, K-factor) แต่ละชนิด เป็นอัตราการเกิดการพังทลายของดินต่อหน่วยของดัชนีการพังทลาย (Erosion index) สำหรับดินใดดินหนึ่งโดยเฉพาะเมื่อดินนั้นได้รับการไถพรวนและปล่อยทิ้งว่างเปล่าติดต่อกัน และอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของความลาดชัน 21.13 เมตร (72.6 ฟุต)

L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (slope length factor, L-factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นจากสภาพความยาวของความลาดชันในสนาม (Field slope) กับการสูญเสียดินที่เกิดจากความลาดยาวของความลาดชัน 21.13 เมตร (72.6 ฟุต) ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความชันของความลาดเทเท่ากัน และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

S คือ ค่าปัจจัยของความลาดชัน (slope gradient factor, S-factor) เป็นค่าอัตราส่วนของการสูญเสียดิน ระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความลาดชันในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความชันของความลาดเทเท่ากัน และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

C คือ ค่าปัจจัยการจัดการปลูกพืช (cropping management factor, C-factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนาม และมีพืชและการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ กับการสูญเสียดินจากแปลงที่ไถพรวนแล้วปล่อยไว้ว่างเปล่า ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน และสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

P คือ ค่าปัจจัยวิธีการอนุรักษ์ดิน (practice management factor, P-factor) เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดิน เช่น ไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชเป็นแถบสลับหรือการทำนาขั้นบันได กับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวนและปลูกพืชขนานไปกับทิศทางความลาดชัน ดินที่เกิดการสูญเสียทั้งสองแห่งนี้เป็นดินชนิดเดียวกัน และภายใต้สภาพแวดล้อมอื่น ๆ และสภาพพื้นที่เหมือนกัน

สมการการสูญเสียดินสากลนี้ ใช้เป็นแนวทางในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายดินที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับพื้นที่หนึ่ง ๆ ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญเครื่องมือหนึ่งนการวางแผนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและวิธีการอนุรักษ์ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในปัจจุบัน (นิพนธ์, 2527)

3.6.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดิน

1) ปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall and runoff factor) (R-factor)

Wischmeier เป็นผู้คิดดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (Rainfall erosion index) (สมเจตน์, 2526) โดยใช้วิธีการคำนวณค่า R ดังต่อไปนี้

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n} E_i l_{30i}}{100}$$

เมื่อ R คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับฝนและน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี)

$E_i l_{30i}$ คือ ดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝนแต่ละครั้ง

$\sum$ คือ Summation (ผลรวมทั้งหมด)

N คือ จำนวนพายุในเวลานั้น ๆ ที่ต้องการ

การประเมินค่า R นั้น สามารถหาได้จากแผนที่ที่เรียกว่า Isoerodent map เป็นแผนที่ที่แสดงเส้นของ R ที่มีค่าเท่ากันในบริเวณต่าง ๆ เส้นที่ลากผ่านจุด สถานที่ที่มีค่า R เท่ากันนี้เรียกว่า Isoerodent line

ในการประเมินค่า R ของประเทศไทยได้ใช้การวิเคราะห์สมการเส้นตรงของปริมาณฝนรวมทั้งปีกับค่าดัชนีการกัดชะของฝน และแบ่งพื้นที่ประเทศไทย ออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ภูมิอากาศแบบป่าฝนเขตร้อน (Tropical Rainforest Climate) ได้แก่ บริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป และแถบภาคตะวันออกตอนล้างบริเวณจังหวัดจันทบุรีและตราด มีสมการ ดังนี้

$$Y = -13.3905 + 0.196X$$

(2) ภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical Savannah Climate) ซึ่งได้แก่ บริเวณส่วนใหญ่ของภาคกลาง ภาคตะวันออก ตะวันตก เหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีสมการดังต่อไปนี้

$$Y = -0.0375 + 0.163X$$

เมื่อ X คือ ปริมาณฝนรวมทั้งปี (มิลลิเมตร)

Y คือ ค่า R หรือค่าดัชนีการกัดกร่อนของฝน (ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี) (มนู, 2529)

2) ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor) (K-factor) ในการประเมินค่า K นั้น Wischmeier *et al.* (1971) ได้ใช้วิธีการประเมินโดยใช้แผนภาพโนโมกราฟ (Nomograph) ภาพที่ 3.1 หรือสมการที่ 6 ในบทที่ 1 ซึ่งจะพิจารณาคุณสมบัติของดิน 5 ประการ คือ เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง + เปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก (%Silt + %Very fine sand) เปอร์เซ็นต์ทราย (%Sand) ที่มีอนุภาคใหญ่กว่า 0.10 มิลลิเมตร

เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (% Organic Matter) โครงสร้างของดิน (Soil Structure) และการซึมซาบน้ำของดิน (Soil Permeability) โดยขั้นตอนที่ต้องศึกษา ดังนี้

(1) เก็บตัวอย่างดิน ทั้งแบบ undisturbed soil และแบบ disturbed soil ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดินที่จะนำไปใช้

(2) วิเคราะห์หาความสามารถในการซาบซึมน้ำได้ของดิน (soil permeability) หรือค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) แล้วเทียบค่าระดับชั้นความซาบซึมน้ำของดิน (Permeability classes) ตามตารางที่ 6

(3) หาโครงสร้าง (soil structure) ในภาคสนาม แล้วนำไปเทียบดัชนีของโครงสร้างดิน

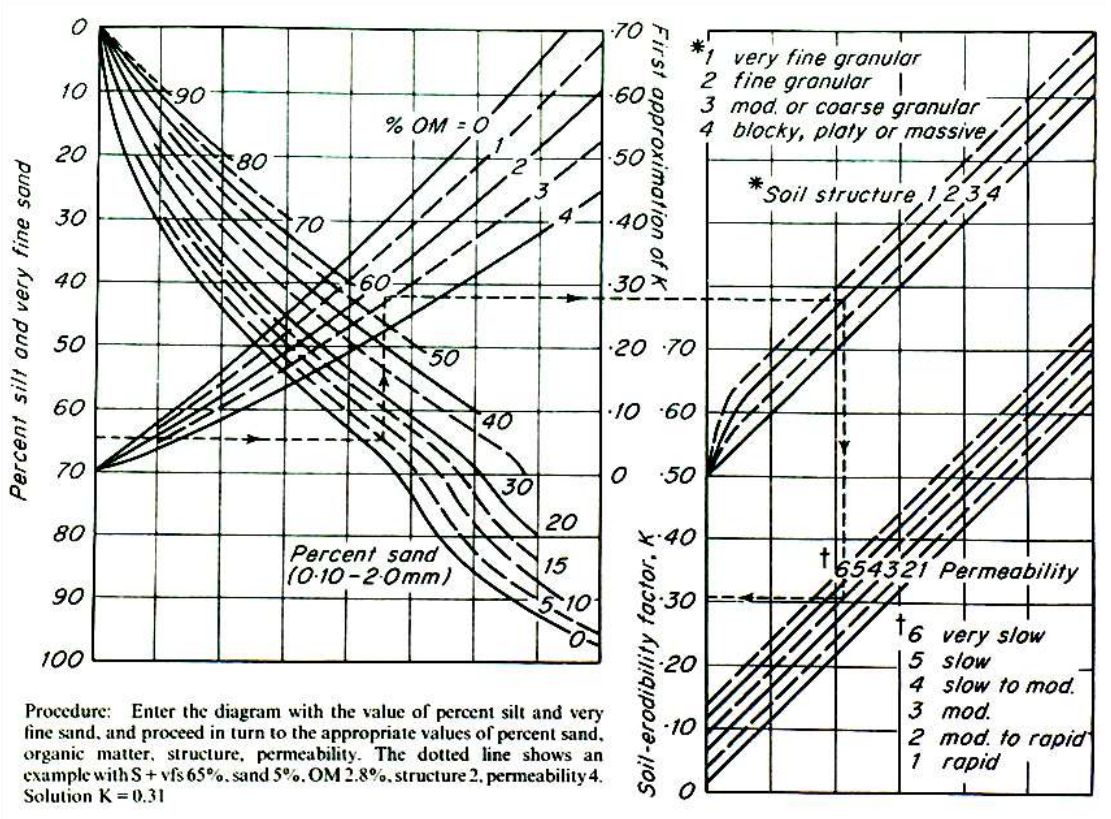
(4) วิเคราะห์หาค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (% Organic Matter)เปอร์เซ็นต์ทราย (%Sand) เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก

(5) นำค่าที่หาได้ไปประเมินค่า K-factor โดยอาศัยแผนภาพโมโนกราฟ (ภาพที่ 22) หรือนำค่าที่ได้ ไปประเมินค่า K-factor จากสมการที่ 6 ในบทที่ 1

ตารางที่ 6 ระดับชั้นความซาบซึมน้ำของดิน (Permeability classes) โดยเทียบจากค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) และดัชนีความซาบซึมน้ำของดิน (soil permeability)

ระดับชั้น	ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)	ความซาบซึมน้ำได้ของดิน (ตารางเซนติเมตร x 10^{-10})	ดัชนีความซาบซึมน้ำของดิน
ช้ามาก	น้อยว่า 0.125	น้อยกว่า 3	6
ช้า	0.125 - 0.50	3 - 15	5
ช้าปานกลาง	0.50 - 2.00	15 - 60	4
ปานกลาง	2.00 - 6.25	60 - 170	3
เร็วปานกลาง	6.25 - 12.50	170 - 350	2
เร็ว	12.50 - 25.00	350 - 700	1
เร็วมาก	มากกว่า 25.00	มากกว่า 700	1

ที่มา : O’ Neal (1952)



ที่มา : Wischmeier *et al.* (1971)

ภาพที่ 22 แผนภาพโมโนกราฟ สำหรับหาค่า K-factor ในสมการ USLE

มนู (2529) ได้ประเมินค่า K ในประเทศไทยได้ยึดปัจจัย 3 ปัจจัยที่ทำให้ค่า K ผันแปรไป ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน (Parent material) ลักษณะของพื้นที่ (Landform) และภาคภูมิลักษณะวรรณา (Physiographic region) จากปัจจัยดังกล่าวจึงได้แบ่งประเทศไทย ออกเป็นภูมิภาคใหญ่ ๆ 5 ภูมิภาค คือ

(1) ภาคใต้ เป็นบริเวณตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปจนถึงใต้สุด

(2) ภาคกลางและภาคตะวันตก ตั้งแต่นครสวรรค์ลงมาทางใต้จนถึงประจวบคีรีขันธ์

(3) ภาคตะวันออก เป็นบริเวณจังหวัดระยอง ตราด จันทบุรี ปราจีนบุรี

(4) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ บริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมด

(5) ภาคเหนือ ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ขึ้นไปจนถึงเหนือสุด ดังแสดงตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน จำแนกตามภูมิภาคต่าง ๆ

ภาค	ใต้		เหนือ		ตะวันออกเหนือ		ตะวันออก		กลางและตะวันออก	
เนื้อดิน	ที่สูง	ที่ลุ่ม	ที่สูง	ที่ลุ่ม	ที่สูง	ที่ลุ่ม	ที่สูง	ที่ลุ่ม	ที่สูง	ที่ลุ่ม
ดินทราย	0.04	0.04	-	-	-	-	0.05	0.05	-	-
ดินทรายปนดินร่วน	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07
ดินร่วนปนทราย	0.20	0.30	0.27	0.30	0.24	0.26	0.19	0.34	0.34	0.26
ดินร่วน	0.33	0.34	0.33	0.35	0.29	0.35	0.30	0.33	0.33	0.43
ดินร่วนปนดินทรายแป้ง	0.40	0.34	0.49	0.34	0.37	0.34	0.21	0.44	0.56	0.47
ดินทรายแป้ง	-	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-
ดินร่วนเหนียวปนทราย	0.19	0.21	0.21	0.22	0.24	0.20	0.25	0.23	0.20	0.21
ดินร่วนเหนียว	0.29	0.31	0.24	0.27	0.25	0.36	0.30	0.25	0.28	0.29
ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	0.31	0.21	0.35	0.42	0.46	0.43	0.37	0.38	0.38	0.29
ดินเหนียวปนทราย	-	0.81	-	0.17	-	-	-	0.18	0.15	0.17
ดินเหนียวปนทรายแป้ง	0.22	0.29	0.21	0.27	0.23	0.27	0.19	0.29	0.26	0.23
ดินเหนียว	0.11	0.14	0.15	0.18	0.13	0.15	0.12	0.14	0.14	0.18

ที่มา: มนู (2529)

3) ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (Topographic factor-LS) ได้แก่ ความยาวของความลาดชัน (Slope length) และความมากน้อยของความลาดชัน (Slope gradient) ในการใช้สมการการสูญเสียดินสากล ถือว่าสองปัจจัยนี้เป็นปัจจัยเดียวกัน คือเป็นปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (LS) ถ้าความยาวและความลาดชันเพิ่มขึ้น การสูญเสียดินก็จะเพิ่มมากขึ้น การหาค่า LS สามารถหาได้จากแผนภาพผลของความลาดชัน (Slope effect chart) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของอัตราส่วนการสูญเสียดินกับความยาว และเปอร์เซ็นต์ความชันของความลาดชัน หรือคิดคำนวณจากสมการที่ 9 และ 10

$$S = (0.43 + 0.30\ s + 0.043\ s^2)/\ 6.613 \qquad (9)$$

$$L = (\lambda\ /\ 22.13)^{m} \qquad (10)$$

เมื่อ S คือ ค่า S-factor

s คือ ความลาดชัน (%)

λ คือ ความยาวของความลาดชัน (เมตร)

m คือ 0.5 ในกรณีที่ระดับความลาดชัน ≥ 5 %

0.4 ในกรณีที่ระดับความลาดชันระหว่าง 3.5-4.5 %

0.3 ในกรณีที่ระดับความลาดชันระหว่าง 1-3 %

0.2 ในกรณีที่ระดับความลาดชัน < 1 %

4) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (Cover and management factor) (C-factor) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและการคลุมดินในสมการการสูญเสียดินสากล เป็นการรวม อิทธิพล (Combined influence) ของตัวแปรหลายชนิด เช่น ชนิดของพืชที่ปลูก ชนิดของวัชพืช การปฏิบัติปลูกพืชหมุนเวียน ปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน ฯลฯ การปกคลุมดินโดยร่มใบของพืช (Crop canopy) นอกจากจะขึ้นอยู่กับจำนวนต้นพืช และลักษณะของการเจริญเติบโตแล้วยังขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่า C-factor ของประเภทการใช้ที่ดินหลัก

ประเภทการใช้ที่ดินหลัก	ภาค				
	กลาง-ตะวันตก	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ใต้
นาข้าว	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
พืชไร่	0.485	0.474	0.525	0.485	0.322
ไม้ยืนต้น	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
ไม้ผล	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
พืชสวน	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
ไร่หมุนเวียน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
ทุ่งหญ้า	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
เกษตรผสมผสาน	0.225	0.225	0.225	0.225	0.225
ป่าไม้ผลัดใบ	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001
ป่าผลัดใบ	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
สวนป่า	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
วนเกษตร	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088
ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2543)

5) ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ (Conservation practice factor or support practice factor) (P-factor) เป็นสัดส่วนของการสูญเสียดินในวิธีการอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่ง เช่น การไถพรวน ตามแนวระดับ (Contour cultivation) การปลูกพืชสลับเป็นแถบ (Strip cropping) การไถพรวนตาม แนวระดับร่วมกับการปลูกพืชเป็นแถบสลับ (Contour strip cropping) และการทำขั้นบันได (Terracing) กับค่าการสูญเสียดินในสภาพพื้นที่ซึ่งทำการไถขึ้นลงตามความลาดชัน ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์จะแตกต่างกันตามวิธีการที่ใช้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor)

ความลาดเท	การอนุรักษ์ป่าไม้		ขั้นบันไดดิน	
(เปอร์เซ็นต์)	การไถพรวนตามแนวระดับ	การปลูกพืชสลับ	ร่องน้ำมีความลาดเทและปลูกหญ้าที่ระบายน้ำออก	Steep back slope ระบายน้ำที่มีท่อน้ำใต้ดิน
1-2	0.60	0.30	0.12	0.05
3-8	0.50	0.25	0.10	0.05
9-12	0.60	0.30	0.12	0.05
13-16	0.70	0.35	0.14	0.05
17-20	0.80	0.40	0.16	0.06
21-25	0.90	0.45	0.18	0.06

ที่มา: สมเจตน์ (2526)

3.7 การซึมน้ำผ่านผิวดิน

ดินเปรียบเสมือนอ่างเก็บน้ำธรรมชาติ โดยเก็บน้ำไว้ 3 ลักษณะ คือ ในรูปของสารเคมีมีอยู่ระหว่างรูดิน และเป็นฟิล์มรอบเม็ดดิน น้ำที่เก็บไว้ในดินนี้เกิดจากการที่น้ำฝนไหลซึมลงสู่ดิน ปริมาณที่น้ำจะถูกเก็บไว้ในดินจะมากน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับสมบัติของดินและปริมาณน้ำที่จะซึมลงสู่ดิน ดินประกอบด้วยวัตถุที่เป็นของแข็ง (อินทรีย์และอนินทรีย์วัตถุ) น้ำและอากาศ โดยปริมาตรแล้วดินที่เหมาะแก่การเพาะปลูกนั้นต้องมีอนินทรีย์วัตถุประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 5 เปอร์เซ็นต์ อากาศและน้ำ ปริมาณรวมกัน 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีน้ำมากอากาศจะน้อย จะทำการชดเชยกันเอง ส่วนประกอบดังกล่าวนี้จะมีความแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของดิน เนื้อดิน และโครงสร้างของดิน สมบัติของดินดังกล่าวจะมีผลจากการก่อกำเนิดดิน เกิดจากปัจจัยทั้ง 5 ประการ คือ วัตถุแม่ดิน อากาศ (ความชื้นและอุณหภูมิ) ลักษณะภูมิประเทศ ระยะเวลา และพืชพรรณ ซึ่งมีส่วนที่ทำให้ดินกำเนิดเป็นชนิดต่าง ๆ สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการซึมน้ำผ่านผิวดิน พืชคลุมดิน มีบทบาทมากต่อความสามารถในการให้น้ำซึมลงสู่ดิน

3.7.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการซึมน้ำผ่านผิวดิน

การซึมน้ำผ่านผิวดิน จะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังที่ เกษม (2551) กล่าวไว้ดังนี้

1) สมบัติของดิน โดยสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น ความหยาบละเอียด โครงสร้างรูพรุน ความลึก สมรรถนะในการอุ้มน้ำของดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับแรก ที่มีบทบาทต่ออัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยดินที่มีความหยาบ เช่น ดินทราย น้ำสามารถซึมผ่านได้เร็วกว่าดินละเอียดหรือดินเหนียว ซึ่งเป็นผลมาจากขนาดช่องว่างในดินและรูพรุนของดินนั้น ดินที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ จะสามารถให้น้ำซึมผ่านดินดีกว่ารูพรุนขนาดเล็ก สำหรับความลึกของดินจะมีผลเมื่อดินตื้น ก็จะทำให้ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำเร็วขึ้น โอกาสจะเกิดขบวนการซึมน้ำผ่านดินมีน้อย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; นิพนธ์, 2542; Ward and William, 1995)

2) ความชื้นของดิน ปริมาณความชื้นของดินมีบทบาทต่อสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินอย่างมาก เมื่อเริ่มต้นเกิดการซึมน้ำนั้น ถ้าดินแห้งจะทำให้อัตราการซึมสูงมาก เนื่องจากแรงดึงภายในเม็ดดินและแรงดึงดูดของโลกสูง แต่ถ้าดินเริ่มเปียกพวกสารคอลลอยด์ที่อยู่ในดินจะพองตัว เกิดการอุดรูดินมีส่วนลดการซึมน้ำผ่านผิวดิน อีกทั้งมีส่วนทำให้แรงดึงดูดระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง

3) ความแน่นทึบของผิวดิน เกิดจากเม็ดฝน คน และสัตว์เหยียบย่ำ การใช้เครื่องจักรจะทำให้ช่องว่างในดินน้อยลง เพราะมีอนุภาคต่าง ๆ เข้าไปอุดรูดิน สำหรับความแน่นทึบของดินที่เกิดจากเม็ดฝนมักเกิดกับพื้นที่ที่มีดินเนื้อละเอียดโดยจะเป็นการเข้าแทรกในผิวดิน ทำให้ดินไม่สามารถรับการซึมต่อไปได้ เพราะดินเหนียวที่เข้าไปแทรกระหว่างรูดินนั้นอิ่มตัวแล้ว

4) การเปลี่ยนโครงสร้างขนาดใหญ่ของดิน ฝนจะเป็นตัวการทำให้โครงสร้างของดินที่มีเนื้อหยาบจากการไถพรวนแตกสลายกลายเป็นดินขนาดเล็กได้ง่าย ในดินบางชนิดโครงสร้างนี้ อาจเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการชะล้างของสารละลายต่าง ๆ ในดิน ทำให้อัตราการซึมน้ำของดินลดลง

5) ลักษณะและปริมาณพืชคลุมดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง เพราะพืชคลุมดิน เช่น ป่าไม้ มีแนวโน้มไปในทางที่ทำให้การซึมน้ำผ่านผิวดินสูงขึ้น เพราะพืชคลุมดินจะป้องกันมิให้ฝนตกกระทบดินโดยตรง และยังช่วยเสริมสร้างให้เกิดชั้นของอินทรียวัตถุ ที่จะสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น การศึกษาสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินในป่าเขตร้อนมีมากกว่า 500 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (ผการัตน์, 2535) ซึ่ง เกษม และจรินทร์ (2519) ได้ศึกษาในป่าดิบเขาธรรมชาติลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินระยะเริ่มแรก มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,112 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และถ้าความชื้นของดินเพิ่มขึ้น 30 เปอร์เซ็นต์ ค่าอัตราเริ่มแรกของการซึมน้ำจะลดลงปริมาณครึ่งหนึ่ง ค่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ โดยเฉลี่ยประมาณ 280 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง สำหรับ จารุชาติ และวารินทร์ (2540) ได้ศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยทรายขาว จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า สวนยางพารา สวนไม้ผล พื้นที่สวนผสม และพื้นที่ป่าทดแทน รุ่นที่ 2 มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเริ่มแรก 492.74, 336.2, 528.64 และ 306.85 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ มีประมาณ 112.83, 75.38, 123.72 และ 72.28 เซนติเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้ พีรชัย (2537) ได้ศึกษาสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินบริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด จังหวัดระยอง พบว่า ป่าธรรมชาติมีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่สูงสุด คือ 516 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนสวนยางพารา อายุ 4 ปี สวนเพื่อป่าอนุรักษ์ ไร่มันสำปะหลัง สวนเงาะ อายุ 7 ปี สวนทุเรียน อายุ 6 ปี สวนทุเรียน อายุ 20 ปี สวนเงาะ อายุ 17 ปี และสวนยางพารา อายุ 15 ปี มีการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ ประมาณ 312, 256, 253, 160, 148, 136, 132 และ 54 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

3.7.2 วิธีหาการซึมน้ำผ่านผิวดิน

วิธีการหาการซึมน้ำของน้ำผ่านผิวดิน เป็นงานที่สำคัญอย่างหนึ่งที่นักอนุรักษ์ดินและน้ำจะต้องทำการศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพราะเป็นงานชิ้นแรกที่นักอนุรักษ์ดินและน้ำจะได้ข้อมูลใน

การจัดการพื้นที่ได้ถูกต้อง การหาอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเป็นงานที่ง่ายในทางทฤษฎี แต่เป็นงานยากที่จะทำได้อย่างถูกต้อง เพราะมักจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอ อาจจะเกิดจากวิธีการไม่เหมาะสม คนดำเนินงานไม่มีความละเอียดเพียงพอ วิธีการที่นิยมหาน้ำซึมผ่านผิวหน้าดินมีหลายวิธี ดังนี้

1) เครื่องอินฟิลโตรมิเตอร์ (infiltrometer) เป็นเครื่องวัดการซึมน้ำผ่านผิวดินที่สร้างขึ้นเอง เป็นเครื่องมือที่นักอุทกวิทยาได้ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อจะหาสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยมากใช้กับพื้นที่ในลักษณะต่าง ๆ กัน และมีขนาดเล็ก ซึ่งจะคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินลักษณะพืชคุลมดินแตกต่างกัน และลักษณะที่จะใช้กับพื้นที่ที่ต้องการให้มีการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการซึมน้ำผ่านผิวหน้าดินจากลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกันไป ใช้วิธีการนี้หาปริมาณของอัตราการซึมน้ำผ่านผิวหน้าดินโดยตรง โดยมีหลักการในการหาในด้านค่าประมาณมากกว่าจะได้ค่าที่แท้จริง ขนาดของอินฟิลโตรมิเตอร์ที่ใช้ก็มีแตกต่างกันไปตามลักษณะของ sample plot อย่างไรก็ตาม ในการจะหาอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน จะต้องอยู่ในสมมติฐาน 3 ประเด็น คือ (1) น้ำหรือฝนที่ใช้เพื่อการหาอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินนั้น ต้องไม่มีอิทธิพลต่อการตกกระทบเลย (2) ในขณะที่กระบวนการซึมน้ำผ่านผิวดินดำเนินอยู่นั้น อากาศที่ขังอยู่ในดิน หรือ entrapped air จะไม่มีผลต่ออัตราการซึมของน้ำแต่อย่างใด และ (3) เนื่องจากการทำอินฟิลโตรมิเตอร์ต้องสร้างกับดิน ดินจึงอาจจะถูกรบกวนอย่างไม่ต้องสงสัย ดังนั้น จึงให้มีการรบกวนผิวดินได้บ้าง แต่ต้องไม่มากเกินไป ทั้ง 3 ประเด็นนี้เป็นสมมติฐานที่ผู้ดำเนินการหาอัตราการซึมผ่านผิวดินต้องตระหนักเอาไว้เสมอ สำหรับอินฟิลโตรมิเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ

(1) อินฟิลโตรมิเตอร์แบบน้ำเหนือผิวดิน (Flooding type) เป็นวิธีการที่ใช้กันมานานแล้ว และเป็นวิธีการที่ง่าย โดยการฝังอินฟิลโตรมิเตอร์ลงในดิน แล้วเติมน้ำให้สูงจากผิวหน้าดิน ต้องพยายามรักษาระดับน้ำเหนือผิวดินให้คงที่เสมอ รูปร่างของอินฟิลโตรมิเตอร์แบบนี้มักเป็นรูปกระบอก อาจจะมีหนึ่งหรือสองชั้นก็ได้

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบวงแหวน (Ring infiltrometer) มีลักษณะประกอบด้วยวงแหวนสองวง การสร้างในลักษณะนี้ วงแหวนด้านใน ซึ่งใช้ในการหาอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน แต่ถ้ามีวงแหวนด้านในเพียงวงเดียว น้ำที่ซึมลงดินจึงอาจแผ่ขยายออกสู่ดินข้างนอกได้ จึงได้วงแหวนด้านนอก ขึ้นมาอีกชั้นหนึ่ง เพื่อคอยป้องกันไม่ให้น้ำจากวงแหวนด้านใน ซึมออกทางด้านข้าง เพราะในการหาการซึมน้ำผ่านผิวดินโดยวงแหวนด้านในนั้น ต้องใส่น้ำลงในช่องว่างระหว่างวงแหวนด้านนอกด้วย แต่ไม่ต้องรักษาระดับน้ำให้คงที่เหมือนเช่นในระดับวงแหวนด้านใน สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนด้านใน ประมาณ 9-36 นิ้ว ความลึกไม่ได้กำหนดตายตัว แต่ควรให้ลึกพอประมาณ ถ้าตื้นเกินไปก็อาจมีผลต่อการซึมน้ำทางด้านข้างได้ ถ้าลึกเกินไปก็อาจทำได้ยาก เพราะเวลาตอกแหวนลงสู่ดินตอนล่างอาจพบรากไม้หรือก้อนหิน และบางแห่งดินแข็งเกินกว่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปไม่ควรฝังวงแหวนให้ลึกเกินหนึ่งฟุต วิธีการคำนวณหาการซึมน้ำผ่านผิวดินอาจทำได้ โดยพยายามจับเวลาที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ซึมลงดินจนกระทั่งได้อัตราคงที่ก็จะเป็นค่าของ f_c ตามที่

ต้องการ ข้อควรระวัง คือ การรักษาระดับน้ำในวงแหวนด้านในให้คงที่ และผิวหน้าดินกดผิวดินแน่นขึ้น จะส่งผลให้อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินช้าลง

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบหลอดกลวง (Tube infiltrometer) เป็นแบบท่อธรรมดาเปิดทั้งด้านบนและด้านล่าง แต่ละด้านอาจมีตาข่ายรูขนาดเล็กหรือวัสดุซึมน้ำ ป้องกันดินหล่นจากหลอดกลวงนั้น เครื่องมือนี้มักใช้กับงานสำรวจโดยฝังหลอดให้ลึกลงไปใต้ผิวดิน เติมน้ำในปริมาณที่กำหนดให้ พร้อมจับเวลาตั้งแต่เริ่มเทน้ำจนกระทั่งน้ำหยดสุดท้ายลงสู่ดินหมด ทำเช่นนี้ 3 ครั้งเป็นอย่างน้อย ครั้งแรกจะได้เวลาเร็วกว่าครั้งหลัง ๆ วิธีการต่อไปก็คือ หาอัตราการเฉลี่ยของการซึมน้ำผ่านผิวดินในแต่ละครั้ง ซึ่งก็คือจะได้ค่าของการซึมน้ำผ่านผิวดินตามเวลาต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟอัตราน้ำไหล

(2) อินฟิลโตรมิเตอร์แบบฝนเทียม (Rainfall simulator) ดัดแปลงให้ใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด เป็นเครื่องมือประดิษฐ์ขึ้นเพื่อสร้างฝนเทียมให้ตกลงสู่แปลงทดลองขนาดเล็ก โดยพยายามให้อัตราการตกของฝนคงที่ สำหรับขนาดของฝนนั้นมีการดัดแปลงหลายลักษณะด้วยการสร้างฝนเทียมมักมีการดัดแปลงในรูปอื่น เช่น ให้น้ำไหลจากท่อเก็บน้ำตกลงสู่ภาชนะรองรับก่อนลงดิน หรือพยามยามสร้างเครื่องพิเศษให้น้ำไหลนั้นกระเด็นเป็นเม็ดฝน สำหรับการคำนวณหาอัตราการซึมน้ำผ่านผิวหน้าดิน อาจมีความยุ่งยาก

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบเพียซ (Pearse) มีขนาดของแปลงประมาณ 1 ตารางฟุต จนถึง 0.01 เอเคอร์ แหล่งให้น้ำตั้งอยู่สูงจากแปลงทดลอง ถ้าน้ำนี้ต้องรักษาระดับน้ำให้คงที่เสมอ มีท่อต่อจากถังน้ำลงสู่ท่อปล่อยน้ำที่วางอยู่ตอนต้นแปลง ท่อนี้เจาะหลายรูให้มีน้ำไหลลงสู่แปลงทดลอง น้ำส่วนที่ไหลเกินเป็นน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน จะถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำ

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบนอร์ทฟอร์คประยุกต์ (Modified North Fork) ประกอบด้วย ท่อน้ำฝนเทียม 6 รู แต่ละรูมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ปล่อยน้ำลงแปลงประมาณ 2.5 ตารางฟุต เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเช่นเดียวกับแบบเพียซ หลักการเช่นเดียวกัน คือ ปล่อยน้ำจากท่อ ที่ตั้งอยู่สูงประมาณ 2 ฟุต น้ำส่วนที่เกินเป็นน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน จะถูกเก็บไว้ในถังน้ำ

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบร็อคกี้เมาเทน (Rocky mountain) มีลักษณะเหมือนกับแบบเพียซ และนอร์ทฟอร์ค แต่เพิ่มช่องรูบนไปอีก 12 ช่อง และขนาดของแปลงเพิ่มเป็น 8 ตารางฟุต

- อินฟิลโตรมิเตอร์แบบเอฟประยุกต์ (Modified type F) เหมาะกับภูมิประเทศที่มีฝนตกหนักที่สุด ดัดแปลงจากแบบร็อคกี้เมาเทน คือ เพิ่มช่องฝนตกให้เป็น 2 เท่า แปลงทดลองก็มีขนาดใหญ่กว่าเป็น 32 ตารางฟุต

3.8 การประเมินอัตราและปริมาณน้ำไหลบ่า

3.8.1 วิธีเรชั่นแนล หรือวิธีอาร์เอ็ม (Rational Method) หรือที่นิยมเรียกกันในประเทศอังกฤษว่า วิธี ลอยด์-เดวีส (Liovd – Davies method) กำหนดให้อัตราน้ำไหลบ่า มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของฝน (ศุภโชค, 2542) ดังสมการ

$$Q = 0.278\ CiA$$

เมื่อ Q คือ อัตราของน้ำไหลบ่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (coefficient)

i คือ ความเข้มเฉลี่ยของพายุฝนในช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึง outlet (Time of concentration) (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

A คือ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

วิธีอาร์เอ็มนี้ใช้ประมาณอัตราน้ำไหลบ่า ให้ความถูกต้องแม่นยำได้ไม่ดีนัก จะใช้ได้ดีเฉพาะกับพื้นที่ที่มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 200 เอเคอร์ หรือ น้อยกว่า 506 ไร่) วิธีอาร์เอ็มนี้ ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1) ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่า เป็นค่าคงที่ ค่า C นี้แม้เป็นค่าคงที่สำหรับพื้นที่ขนาดเล็กหนึ่ง ๆ ในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ขึ้นไปแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์นี้จะแปรผันไปได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ใหม่ขึ้นนั้น ว่ามีความสามารถในการไหลบ่าอย่างไร ค่าสัมประสิทธ์การไหลบ่านี้ เป็นค่าคงที่ได้เฉพาะสำหรับลักษณะพื้นที่หนึ่ง ๆ และในสภาวะหนึ่ง ๆ เท่านั้น ในบริเวณที่มีขอบเขตจำกัดและมีข้อมูลพื้นที่ผิว รวมทั้งใต้พื้นที่ผิวเพียงพอ เราอาจทดลองหาค่า C ของบริเวณนั้น ๆ ได้โดยไม่ยากนัก แต่เมื่อมีการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมหรือเมื่อพิจารณาพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีพื้นที่หลายลักษณะประกอบเข้าด้วยกัน ค่า C นี้ จะมีการแปรผันได้มาก ดังนั้นในการที่จะกำหนดค่า C ให้เป็นค่าคงที่หนึ่ง ๆ ได้แม่นยำจึงกระทำได้ยาก

2) อัตราน้ำไหลบ่าสูงสุดที่จุดใด ๆ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มเฉลี่ยของฝนที่ตกในช่วงเวลานับว่าฝนตก (t_c) นั่นเอง แต่ถ้ากำหนดให้อัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด เป็นสัดส่วนกับอัตราสูงยอดของฝนก็ไม่ตรงกับความเป็นจริง เพราะฝนสูงยอดเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ เพียงจุดหนึ่งเท่านั้น ในขณะที่น้ำไหลบ่าเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลาที่นานกว่าช่วงเวลาที่เกิดอัตราฝนสูงยอด

3) เวลานับว่าฝนตก (t_c) ให้ถือว่าเท่ากับเวลาที่น้ำไหลบ่าก่อตัวเป็นรูปร่าง และไหลจากจุดที่ไกลที่สุดของพื้นที่ระบายมายังจุดที่พิจารณาหรือออกแบบ

4) ความถี่ของอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุดเท่ากับความถี่ของฝนที่ความเข้มเฉลี่ยนั้น ๆ

3.8.2 สัมประสิทธิ์การไหลบ่า (Runoff Coefficient: C) เป็นตัวแปรที่ถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่สำหรับภาวะการณ์หนึ่ง ๆ เป็นค่าในอาร์เอ็มที่หา หรือสมมติให้แม่นยำและถูกต้องกับความจริงได้ยากที่สุด ค่านี้ถูกจับให้เป็นสัดส่วนตายตัวสำหรับพื้นที่รับน้ำหนึ่ง ๆ ทั้งที่ในทางจริง ค่านี้แปรผันกับสภาพท้องถิ่นตามฤดูกาล ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ อัตราการซึมลงดิน ความลาดของพื้นดิน ส่วนปก

คลุมดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความชื้นในดินและรูปร่างของพื้นที่รับน้ำ รวมทั้งความเร็วของการไหลบ่า ฯลฯ อย่างมาก นอกจากนี้ สัมประสิทธิ์การไหลบ่าขึ้นอยู่กับความอิ่มน้ำของดิน เมื่อฝนเริ่มตกครั้งแรกดินยังแห้ง อัตราการซึมค่อนข้างสูง (หรือค่า C ต่ำ) แต่เมื่อฝนตกไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่าจะสูงขึ้นตามลำดับ ผลกระทบในลักษณะนี้ จะเกิดขึ้นกับฝนที่เกิดขึ้นภายหลังจากฝนห่าแรก แต่ว่าการไหลบ่า จะก่อรูปและไหลบ่าจริง ก็ต่อเมื่อเวลานับจากฝนเริ่มตกได้ผ่านไปได้ระยะหนึ่งแล้ว ดังนั้น การที่จะสมมติว่าน้ำไหลบ่าเกิดขึ้นพร้อมกับฝนเริ่มตก และนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่า C ย่อมทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามการประมาณค่าของ C โดยทั่วไป ก็จะได้จากตารางที่พิมพ์เผยแพร่ไว้แล้วเท่านั้น ตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบ่า (C)

ภูมิประเทศและต้นไม้ปกคลุม	ดินทรายปนดินตะกอน	ดินเหนียวปนดินตะกอน	ดินเหนียวเลน
พื้นที่เป็นป่า (Woodland)			
ที่ราบ (ความลาดเท 0-5 %)	0.10	0.30	0.40
ลูกคลื่น (ความลาดเท 5-10 %)	0.25	0.35	0.50
เนิน (ความลาดเท 10-30 %)	0.30	0.50	0.60
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Pasture)			
ที่ราบ (ความลาดเท 0-5 %)	0.10	0.30	0.40
ลูกคลื่น (ความลาดเท 5-10 %)	0.16	0.36	0.55
เนิน (ความลาดเท 10-30 %)	0.22	0.42	0.60
พื้นที่เพาะปลูก (Cultivated)			
ที่ราบ (ความลาดเท 0-5 %)	0.33	0.50	0.60
ลูกคลื่น (ความลาดเท 5-10 %)	0.40	0.60	0.70
เนิน (ความลาดเท 10-30 %)	0.52	0.72	0.82

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2531)

3.8.3 ความเข้มของฝน (Rainfall intensity: i) หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำฝน คิดเป็นความลึกน้ำ ต่อ 1 หน่วย เวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งความเข้มของฝนจะมีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับรอบปีของการเกิดซ้ำ (Return period) และช่วงเวลาฝนตก (Rainfall duration) ที่ออกแบบ โดยที่รอบปีการเกิดซ้ำ หมายถึงโอกาสที่จะเกิดฝนตกด้วยความเข้มฝน i ในรอบปีที่ออกแบบ ซึ่งรอบปีการเกิดซ้ำขึ้นอยู่กับความสำคัญและสภาพพื้นที่ที่เราออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) กับช่วงเวลาของการตก (Duration) กับความถี่ของการเกิด (Frequency) และ สรุปไว้ในรูปแบบของกราฟที่เรียกว่า Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curve หรือ IDF Curve

ในการจัดทำกราฟ IDF Curve ดังกล่าว จำเป็นจะต้องมีข้อมูลน้ำฝนที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหลายปี ในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำ วิศวกรต้องเลือกใช้กราฟ น้ำฝนของสถานีวัดที่อยู่ใกล้โครงการมากที่สุด อารียา และคณะ (2556) ได้ปรับปรุงการวิเคราะห์ฝนออกแบบของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลาง โดยรวบรวมข้อมูลฝนที่ช่วงเวลา 15 30 45 นาที 1 2 3 6 12 และ 24 ชั่วโมง ของสถานีวัดน้ำฝน 19 จังหวัด ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 – 2553 แล้วทำการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นของอนุกรมเวลาข้อมูลฝนสูงสุดรายปี ทั้ง 19 จังหวัด โดยอาศัยวิธีสไมนอฟ-กอลโมโกรอฟ (Smirnov-Kolmogorov Test)

การหาค่าความเข้มของฝน (i) จากกราฟจำเป็นต้องทราบค่าตัวแปรต่อไปนี้ คือ

1) รอบปีการเกิดซ้ำของน้ำฝน (Return period)

2) ช่วงเวลาการตกของฝน (Duration) ที่ใช้ในการคำนวณกำหนดให้เท่ากับช่วงเวลาที่น้ำฝนส่วนเกินที่ตกในพื้นที่รับน้ำไหลมารวมพร้อมกัน ณ จุด Outlet (Time of Concentration: T_c) ซึ่งสามารถหาระยะเวลาที่น้ำไหลบนผิวดินหาได้จากสมการ ดังนี้

ช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดที่กำหนด (Time of concentration: T_c) สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$T_c = 0.0663 \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

เมื่อ T_c คือ ช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดที่กำหนด (ชั่วโมง)
L คือ ความยาวของร่องน้ำสายหลักของพื้นที่
S คือ ความลาดชันของร่องน้ำสายหลัก

3.9 การอนุรักษ์ดินและน้ำ

การอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation) หมายถึง การใช้ทรัพยากรดินและน้ำอย่างเหมาะสมด้วยวิธีชาญฉลาด คุ้มค่า เกิดประโยชน์สูงสุด และมีความยั่งยืน การอนุรักษ์ดินและน้ำจะลดการชะล้างพังทลายของดินได้ด้วยการเลือกใช้ “มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conversation measure)” ซึ่งเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเหมาะสม เพื่อใช้ป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลายทั้งบนพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำจนถึงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เพื่อป้องกันดินไม่ให้หลุดออกโดยการตกกระทบของเม็ดฝนและลม เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่า เพื่อควบคุมหรือชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า และเพิ่มอัตราการไหลซึมของน้ำลงในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) วัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์ดินและน้ำ ได้แก่

1) เพื่อลดการชะล้างพังทลายดิน เพื่อให้อัตราการสูญเสียดินใกล้เคียงกับอัตราการเกิดดิน และพยายามรักษาให้อยู่ในสภาพที่สมดุล

2) เพื่อรักษาปริมาณธาตุอาหารและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน รวมถึงการป้องกันการสูญเสียและการเพิ่มส่วนที่สูญเสียไปโดยวิธีการหนึ่ง

3) เพื่อรักษาระดับอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงการควบคุมอัตราการสลายตัว และการเพิ่มซากพืชและสัตว์ให้แก่ดิน

4) เพื่อรักษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน ให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงการปรับปรุงบำรุงดินให้ดินมีสมบัติที่ดีขึ้น

5) เพื่อรักษาน้ำและความชื้นในดิน รวมถึงการใช้ทรัพยากรน้ำในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด (พิทยากร, 2553)

กรมพัฒนาที่ดิน ได้มีการกำหนดปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้ สำหรับดินในประเทศไทยเป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งการสูญเสียดินในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี และค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว อัตราการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทยอยู่ระหว่าง 0-50 ตันต่อไร่ต่อปี แสดงว่าในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลาย จะเกิดการสูญเสียดินที่รุนแรงทั้งอัตราและปริมาณ ผลกระทบจากการสูญเสียดินในพื้นที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของดินและรายได้ของเกษตรกรลดลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมและส่งผลต่อโครงสร้างทางวิศวกรรมและอุตสาหกรรม เช่น การทำลายโครงสร้างถนน ทำให้ทางน้ำและแหล่งน้ำตื้นเขิน เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) นอกจากนี้ยังประเมินการสูญเสียธาตุอาหารในดินที่ถูกพัดพาจากพื้นที่ลุ่มน้ำในด้านอัตราการสูญเสียในรูปของตะกอนดินและธาตุอาหารพืชและคุณค่าทางเศรษฐกิจในรูปของปุ๋ย พบว่า มูลค่าธาตุอาหารพืชจากตะกอนดินที่ถูกชะล้างไปทั่วประเทศจะสูญเสียธาตุไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย ประมาณ 294,128 ตันต่อปี ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ประมาณ 275,040 ตันต่อปี และปริมาณโพแทสเซียมในรูปของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ประมาณ 1,040,314 ตันต่อปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

3.9.1 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ความลาดชันเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้น มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ จึงผันแปรไปตามความลาดชัน ตั้งแต่ลักษณะพื้นที่ราบ พื้นที่ดอน และพื้นที่สูง ซึ่งมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้กันแบ่งออกตามลักษณะของมาตรการได้ 2 ประเภท คือมาตรการวิธีกล (Mechanical measures) และมาตรการวิธีพืช (Vegetative measures) การเลือกใช้มาตรการใดนั้นควรพิจารณาลักษณะของดิน ภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเลือกวิธีการผสมผสานมาตรการให้เหมาะสมเพื่อให้การทำการเกษตรเกิดความยั่งยืน และช่วยเสริมให้การอนุรักษ์ดินและน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1) มาตรการวิธีกล (Mechanical measures) เป็นวิธีการปรับสภาพของพื้นที่ เพื่อลดความยาวและความลาดเทของพื้นที่ เพื่อลดความสามารถในการเคลื่อนย้ายตะกอนดิน โดยการสร้างสิ่งกีดขวางความลาดเทของพื้นที่และทิศทางการไหลของน้ำ เพื่อช่วยควบคุมน้ำไหลบ่าหน้าดิน ลดและชะลอความเร็วของกระแสน้ำ วิธีการนี้ต้องใช้เทคนิคความรู้ แรงงาน เครื่องมือและงบประมาณสูง ซึ่งการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีกลให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

(1) การไถพรวนตามแนวระดับ (Contour Tillage) เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความลาดเท 2-8 เปอร์เซ็นต์ และความยาวของความลาดเทไม่เกิน 100 เมตร ในพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง สามารถใช้ร่วมกับมาตรการอื่น ๆ เช่น คันดิน ชั้นบันไดดิน

(2) คันดิน (Terrace) ใช้สำหรับพื้นที่ความลาดเท 2-12 เปอร์เซ็นต์ คันดินระดับมีความยาวไม่จำกัด ใช้ในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกน้อย คันดินลดระดับมีความยาวไม่ควรเกิน 300-600 เมตร หากความยาวเกินกว่าที่กำหนดให้จัดทำทางระบายน้ำเป็นระยะ เพื่อลดความยาวของคันดินให้อยู่ภายในพิกัด

(3) คันดินรับน้ำรูปครึ่งวงกลม (Semicircular Bund) และคันดินรับน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Bund) เหมาะสำหรับไร่นาขนาดเล็กที่ปลูกไม้ยืนต้น ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยและดินเป็นดินทรายหรือดินร่วน

(4) คันดินเบนน้ำ (Diversion Terrace) เป็นคันดินขนาดใหญ่ที่ก่อสร้างตอนบนสุดของพื้นที่ โดยสร้างขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ ต้องมีการคำนวณและออกแบบอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับคันดินส่วนล่าง

(5) ขั้นบันไดดิน (Bench Terrace) เป็นการปรับพื้นที่เป็นขั้น ๆ ต่อเนื่องกันคล้ายบันได เพื่อลดความยาวและระดับของความลาดเท

(6) คูรับน้ำขอบเขา (Hillside Ditches) เหมาะกับพื้นที่ลาดเทน้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้กับขั้นบันไดดินแบบลาดเอียงออกหรือแถบหญ้าจะสามารถใช้ได้ในพื้นที่ลาดเทมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างของคูรับน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความยาวของความลาดเทพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงออกเป็นช่วง ๆ เพื่อเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้น้ำไหลบ่าแต่ละช่วงมีปริมาณน้อย ลดการกัดเซาะและการพังทลายของดิน

(7) ฐานปลูกไม้ผลเฉพาะต้น (Individual Basin) ใช้กับพื้นที่ความลาดชันต่ำถึงลาดชันสูง ใช้ร่วมกับคูรับน้ำขอบเขา และดินมีการซึมน้ำเร็ว ใช้กับพื้นที่ที่เป็นสวนผลไม้เก่าที่ปลูกพืชไปแล้วโดยไม่ได้วางระดับ

(8) คันชะลอความเร็วของน้ำ (Check Dam) ใช้กับพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก หรือในทางระบายน้ำ

(9) ทางระบายน้ำ (Waterways) สำหรับพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำอาจปลูกหญ้าคลุมดิน เพื่อชะลอความเร็วของน้ำและรักษาทางระบายน้ำ

(10) บ่อดักตะกอนดิน (Sediment Trap) เป็นบ่อขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อดักตะกอนที่ไหลมาตามทางระบายน้ำก่อนลงสู่บ่อน้ำประจำไร่นา

(11) บ่อน้ำในไร่นา (Farm Pond) ใช้สำหรับพื้นที่ลุ่มมีน้ำขังโดยขุดดินตรงจุดต่ำสุดเพื่อเก็บกักน้ำ ในพื้นที่ที่มีน้ำไหลมาก็ทำคันกั้นปิดมากักเก็บไว้

(12) ทางลำเลียงในไร่นา (Farm Road) ใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเท 2-12 เปอร์เซ็นต์ เป็นทางลำเลียงผลิตผลทางการเกษตรเพื่อความสะดวกในการขนส่ง และให้เครื่องจักรกลเข้าทำงานในพื้นที่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544)

2) มาตรการวิธีพืช (Vegetative Measures) เป็นการเพิ่มความหนาแน่นของพืชการคลุมดินป้องกันเม็ดฝนกระทบผิวดินตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดิน ลงทุนต่ำ เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้เอง โดยใช้พืชตระกูลถั่ว หญ้าเลี้ยงสัตว์หรือหญ้าธรรมชาติ ปลูกเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่หรือปลูกคลุมดิน หรือการใช้ระบบการปลูกพืชแบบผสมผสาน เพื่อลดความแรงของเม็ดฝนดักตะกอนดิน และชะลอความเร็วของน้ำ การใช้มาตรการวิธีพืชให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

(1) การคลุมดิน (Mulching) ใช้ได้ทุกกรณีแล้วอต่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น ใช้เป็นวัสดุคลุมดินกับพืชผัก ไม้ผล พืชไร่ เป็นต้น และอาจใช้วัสดุอื่น ๆ ในการคลุมดิน เช่น พลาสติก กระดาษ

(2) การปลูกพืชปุ๋ยสด (Green manure Cropping) ใช้เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น ใช้ร่วมกับการปลูกพืชหมุนเวียน และการปลูกพืชแซม

(3) การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Cropping) เหมาะสมอย่างยิ่งในการปลูกคลุมดินในสวนไม้ผล และพื้นที่ความลาดเทสูงเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ และเป็นดินเลวที่ปลูกพืชเศรษฐกิจไม่คุ้มค่าก็ควรปลูกพืชตระกูลหญ้าและพืชตระกูลถั่วคลุมดิน

(4) การปลูกพืชสลับเป็นแถบ (Strip Cropping) ใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ชนิดของพืชที่ปลูกควรเป็นพืชที่มีระยะชิด เช่น ถั่วลิสง ถั่วเหลือง สลับกับแถบข้าวไร่ ข้าวโพด และข้าวฟ่าง

(5) การปลูกพืชสลับเป็นแถบไปตามแนวระดับ (Contour strip cropping) พืชที่ปลูกพืชเป็นแถบสลับกันควรทำการปลูกในลักษณะพืชหมุนเวียน มีประสิทธิภาพสูงเมื่อพื้นที่มีความลาดเทสม่ำเสมอ

(6) การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามท้องไร่ (Field strip cropping) ใช้ร่วมกับการปลูกพืชสลับเป็นแถบขวางทางลม จะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดินดีกว่าการปลูกพืชสลับเป็นแถบตามท้องไร่เพียงอย่างเดียว เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่สม่ำเสมอมาก ๆ จนไม่สามารถทำแนวระดับได้

(7) การปลูกพืชสลับเป็นแถบขวางทางลม (Wind strip cropping) ความกว้างของแถบปลูกพืชที่ใช้ป้องกันลมไม่ควรน้อยกว่า 30 เมตร เหมาะสำหรับพื้นที่ราบหรือเกือบราบและมีปัญหากระแสลมพัดแรงและบ่อยครั้งเป็นประจำ พืชที่ปลูกในแถบระหว่างแถบป้องกันลมควรเป็นธัญพืชหรือพืชไร่อื่น ๆ

(8) การปลูกพืชตามแนวแก้แถบ (Buffer strip cropping) ควรใช้หญ้าหรือพืชตระกูลถั่วคลุมดินที่มีอายุค้างปี และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ด้วย

(9) การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation) ใช้พืชที่มีระบบรากลึกสลับกับพืชที่มีระบบรากตื้น ใช้พืชเศรษฐกิจหมุนเวียนกับพืชตระกูลถั่วหรือพืชตระกูลหญ้า

(10) การปลูกพืชแซม (Intercropping) พืชแซมควรมีอายุสั้นกว่าพืชหลัก พืชแซมควรเป็นพืชตระกูลถั่ว ระบบรากของพืชหลักและพืชแซมควรมีระดับที่แตกต่างกัน และพืชแซมไม่ควรเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นต้นกำเนิดของโรค เลือกพืชแซมที่สามารถทำรายได้

(11) การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (Relay Cropping) ใช้ได้ในทุกสภาพพื้นที่ พืชแรกและพืชที่สองควรเป็นพืชต่างตระกูลเพื่อขจัดปัญหาโรคและแมลงสะสม โดยพืชที่สองที่จะปลูกตามมาควรเป็นพืชตระกูลถั่วอายุสั้น ทนร่มเงา

(12) การปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดิน (Alley Cropping) สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทต่ำถึงความลาดชันสูง ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์อื่น ๆ

(13) คันซากพืช (Contour trash line) ควรใช้ในขณะที่บุกเบิกพื้นที่ใหม่และไม่มีทุนหรือเวลาเพียงพอในการทำคันดินแบบอื่น ๆ ซึ่งในอนาคตสามารถเปลี่ยนคันซากพืชให้เป็นแนวคันดินได้

(14) แถบหญ้าเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Grass barrier for soil and water conservation) ใช้แทนคันดิน ในพื้นที่ความลาดเทสม่ำเสมอ ควรใช้ร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอื่นที่เหมาะสม

(15) การปลูกหญ้าเพื่อรักษาคูรับน้ำรอบเขา (Grass planting on hillside ditches) การใช้หญ้าเบอร์มิวด้า หญ้าบาเฮีย หญ้ารูซี่ รวมถึงหญ้าพื้นเมืองพันธุ์เลื้อย เหมาะสมอย่างยิ่งในการปลูกในคูรับน้ำและบนเชิงลาดด้านนอก ซึ่งจะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายได้ดี ส่วนการใช้หญ้าเจ้าชู้ สามารถใช้ได้ดีในการปลูกบนเชิงลาดด้านนอก เชิงลาดด้านใน และบนสันคูรับน้ำรอบเขา

(16) การปลูกหญ้าเพื่อบำรุงรักษาเชิงลาดด้านนอกของขั้นบันไดดิน (Grass riser) ต้องปลูกหญ้าบนที่ลาดเอียงของขั้นบันไดดินทุกกรณี ยกเว้นแต่ได้ใช้หินเรียงแทนแล้ว หญ้าที่ปลูกควรใช้หญ้าเบอร์มิวด้า หญ้าบาเฮีย และหญ้ารูซี่

(17) ไม้บังลม (Windbreak) ใช้ในบริเวณพื้นที่ลมแรงทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูงที่มีโอกาสเกิดการเสียหายจากแรงลม เช่น พื้นที่โล่งติดต่อกันเป็นบริเวณกว้างหรือในแนวลมในพื้นที่ต้องการสงวนความชื้นไว้ พื้นที่แหล่งเก็บน้ำขนาดเล็ก พื้นที่ใกล้ชายทะเล โดยพืชที่ใช้เป็นไม้บังลมควรมีระบบรากลึก กิ่งเหนียวแน่น เช่น กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ สน ไม้ไผ่ และมะขาม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

3.9.2 หญ้าแฝก (Vetiver grass) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลหญ้าชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย พบกระจายทั่วไปตามธรรมชาติ จากการสำรวจพบว่า มีกระจายอยู่ทั่วโลกประมาณ 12 ชนิด และสำรวจพบในประเทศไทย 2 ชนิด ได้แก่

1) กลุ่มพันธุ์หญ้าแฝกลุ่ม เป็นสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี และค่อนข้างเร็วบางพันธุ์นำเข้ามาจากต่างประเทศ พันธุ์หญ้าแฝกลุ่ม ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา สงขลา 3 และพระราชทาน

2) พันธุ์หญ้าแฝกดอน เป็นสายพันธุ์ที่พบในที่ค่อนข้างแห้งหรือดินที่ระบายน้ำดี สามารถขึ้นได้ดีที่แดดจัดและที่ร่มรำไร ใบปรกลงคล้ายกอตระไคร้ไม่ตั้งมากเหมือนหญ้าแฝกลุ่ม สายพันธุ์หญ้าดอน ได้แก่ พันธุ์ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ร้อยเอ็ด กำแพงเพชร 1 นครสวรรค์ และเลย

การใช้ประโยชน์ของหญ้าแฝกในการพัฒนาที่ดินแบ่งได้ 4 ประเภท

1) การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

(1) พื้นที่ลาดชัน ให้ปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวเดี่ยวตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ จำเป็นต้องมีการวางแนวที่ถูกต้อง และระยะห่างของแถวหญ้าแฝกขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน เช่น ความลาดชัน 31-35 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างแถวหญ้าแฝก ประมาณ 8 เมตร เป็นต้น รูปแบบการปลูกแนวหญ้าแฝกบนพื้นที่ลาดชันสูง ควรปลูกหญ้าแฝกให้เป็นแนวรั้วบริเวณริมคูรับน้ำรอบเขา เพื่อป้องกันความเสียหายและเพื่อเป็นการรักษาความชุ่มชื้นไว้ในดินได้อย่างยาวนาน

(2) พื้นที่แหล่งน้ำ ให้ปลูกหญ้าแฝกรอบ ๆ บริเวณด้านข้างของแหล่งน้ำ จะช่วยกรองเศษพืช ตะกอนดิน รวมทั้งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ รากหญ้าแฝกช่วยยึดดินและดูดซับสารเคมีก่อนที่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำ การปลูกหญ้าแฝกบริเวณอ่างเก็บน้ำ ให้วางแนวปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามระดับ 3 แถว โดยแถวที่ 1 ปลูกที่ระดับทางน้ำล้น แถวที่ 2 ปลูกที่ระดับสูงกว่าแถวที่ 1 ตามแนวดิ่ง 20 เซนติเมตร และแถวที่ 3 ปลูกที่ระดับต่ำกว่าแถวที่ 1 ตามแนวดิ่ง 20 เซนติเมตร จนรอบอ่าง การปลูกบริเวณบ่อน้ำหรือสระน้ำ ต้องวางแนวปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับ จำนวน 2 แถว ได้แก่ แถวที่ 1 ขอบบ่อห่างจากริมขอบบ่อประมาณ 50 เซนติเมตร และแถวที่ 2 ที่ระดับทางน้ำเข้า กรณีปลูกบริเวณคลองส่งน้ำ แม่น้ำลำคลอง ให้ปลูกเป็นแถวตามแนวระดับขนานไปตามคลองส่งน้ำ หรือแม่น้ำลำคลองห่างจากริมคลองส่งน้ำ 50 เซนติเมตร ส่วนในบริเวณร่องน้ำ ให้ปลูกหญ้าแฝกพาดผ่านร่องน้ำเป็นรูปตัววีคว่ำ (^) ส่วนหัวแหลมของตัววีคว่ำจะอยู่กลางร่องน้ำ หันทวนน้ำ ส่วนแขนทั้งสองข้างของตัววี จะพาดขึ้นไปถึงบนฝั่งร่องน้ำทั้ง 2 ด้าน โดยระยะห่างระหว่างแนวตัววี 2 เมตร

(3) พื้นที่ไหล่ถนน ให้ปลูกหญ้าแฝกบริเวณด้านข้างของไหล่ถนน ช่วยป้องกันความเสียหายของไหล่ถนนได้ดี การวางแนวปลูกหญ้าแฝกบริเวณด้านข้างของไหล่ถนน แถวแรกอยู่บนไหล่ถนน แถวถัดลงไปต่ำกว่าไหล่ถนนประมาณ 50-100 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์และความยาวของความลาดชัน

(4) พื้นที่ร่องสวน ควรปลูกหญ้าแฝก อย่างน้อย 1 แถว ห่างจากริมขอบแปลง 30 เซนติเมตร

2) การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อแก้ไขการเกิดร่องน้ำแบบลึก ให้ปลูกหญ้าแฝกพาดขวางร่องน้ำแบบลึก แนวหญ้าแฝกที่พาดขวางร่องน้ำ และพาดยาวออกไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่จะช่วยกระจายน้ำและกักเก็บน้ำไว้ในพื้นที่ ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นอยู่ได้นาน

3) การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อการรักษาความชื้น ในแปลงไม้ผล นิยมปลูกหญ้าแฝกก่อน จึงทำการปลูกไม้ผล นิยมปลูก 3 ลักษณะ คือ

(1) การปลูกเป็นแถวระหว่างแถวพืชหรือไม้ผล โดยปลูกหญ้าแฝกทุกแถวพืชหรือเว้น 1-2 แถว จึงปลูกหญ้าแฝก 1 แถว

(2) การปลูกแบบครึ่งวงกลม โดยปลูกหญ้าแฝกเป็นถุงครึ่งวงกลมให้แนวหญ้าแฝกห่างจากโคนต้นไม้ผล ประมาณ 1.5-2.0 เมตร และให้รูปครึ่งวงกลมหงายรับน้ำที่ไหลบ่ามาเพื่อกักเก็บน้ำและตะกอนดิน

(3) การปลูกรอบพื้นที่ปลูกพืช โดยปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวล้อมรอบพื้นที่ปลูกพืช ตามแนวขอบเขตของแปลงปลูกพืช ช่วยรักษาความชื้นในดิน ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน และการตัดใบจะช่วยคลุมดินด้วย

4) การใช้ประโยชน์หญ้าแฝกเพื่อปรับปรุงพื้นที่เสื่อมโทรม เช่น พื้นที่นากุ้งร้าง โดยปลูกให้เต็มพื้นที่ที่ต้องการปรับปรุง โดยใช้ระยะระหว่างต้น และระหว่างแถว 50 x 50 เซนติเมตร กรณีดินดานให้ปลูกเป็นแถวตามแนวระดับ หรือปลูกเป็นแถวครึ่งวงกลมรอบไม้ยืนต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553; สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, 2561)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การวิเคราะห์พื้นที่และวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

4.1.1 สภาพพื้นที่และขอบเขตของโครงการ

1) สภาพภูมิประเทศของโครงการ อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง ประมาณ 380-474 เมตร สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นลูกคลื่นลอนชันถึงพื้นที่สูงชันมากที่สุด (ภาพที่ 2 และ 4) 64 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่โครงการ มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ขอบเขตโครงการ จำนวน 396.20 ไร่ สามารถแบ่งพื้นที่รับน้ำย่อยออกเป็น 6 พื้นที่ ตามภาพที่ 23 และตารางที่ 11 พื้นที่รับน้ำ A น้ำไหลบ่าจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ เนื้อที่ 74.44 ไร่ หรือร้อยละ 18.79 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่รับน้ำย่อย B น้ำไหลบ่าจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื้อที่ 67.19 ไร่ หรือร้อยละ 16.96 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่รับน้ำย่อย C น้ำไหลบ่าจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื้อที่ 111.34 ไร่ หรือร้อยละ 28.10 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่รับน้ำย่อย D น้ำไหลบ่าจากทิศใต้ลงสู่ทิศเหนือ เนื้อที่ 51.78 ไร่ หรือร้อยละ 13.07 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่รับน้ำย่อย E น้ำไหลบ่าจากทิศตะวันตกลงสู่ทิศตะวันออก เนื้อที่ 58.43 ไร่ หรือร้อยละ14.75 ของพื้นที่โครงการ และพื้นที่รับน้ำย่อย F น้ำไหลบ่าจากทิศตะวันตกลงสู่ทิศตะวันออก เนื้อที่ 33.02 ไร่ หรือร้อยละ 8.33 ของพื้นที่โครงการ

ตารางที่ 11 พื้นที่รับน้ำย่อยของโครงการ

พื้นที่	เนื้อที่		ร้อยละ
	(ไร่)	(ตารางกิโลเมตร)	
A	74.44	0.12	18.79
B	67.19	0.11	16.96
C	111.34	0.18	28.10
D	51.78	0.08	13.07
E	58.43	0.09	14.75
F	33.02	0.05	8.33
รวม	**396.20**	**0.63**	**100.00**

2) การคำนวณอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด (Q) โดย Rational Method ตามสมการที่ 1 ที่ได้อธิบายในบทที่ 1 โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C) ได้จากตารางที่ 9 ในบทที่ 3 ซึ่งพื้นที่โครงการ เป็นพื้นที่เพาะปลูก (Cultivated) มีความลาดเทมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว จึงเลือกค่า C เท่ากับ 0.52 ส่วนค่าความเข้มเฉลี่ยของพายุฝนในช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึง outlet (Rainfall intensity) (i) นั้น ได้พิจารณาจากช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดทางออก (T_c) และกราฟ IDF Curve ในรอบการเกิดซ้ำ 5 ปี (ภาพที่ 1 ในบทที่ 1) ส่วนขนาดของพื้นที่รับน้ำ (A) ได้แสดงในตารางที่ 11 เมื่อนำค่าตัวแปรต่าง ๆ แทนค่าในสมการที่ 2 ในบทที่ 1 เพื่อหาอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุดของพื้นที่รับน้ำ พบว่า พื้นที่โครงการมีอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด รวม

เท่ากับ 7.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยที่พื้นที่รับน้ำย่อย B มีอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด เท่ากับ 1.58 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่รับน้ำย่อย A C E D และ F มีค่า 1.55, 1.49, 1.42, 0.84 และ 0.80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 12

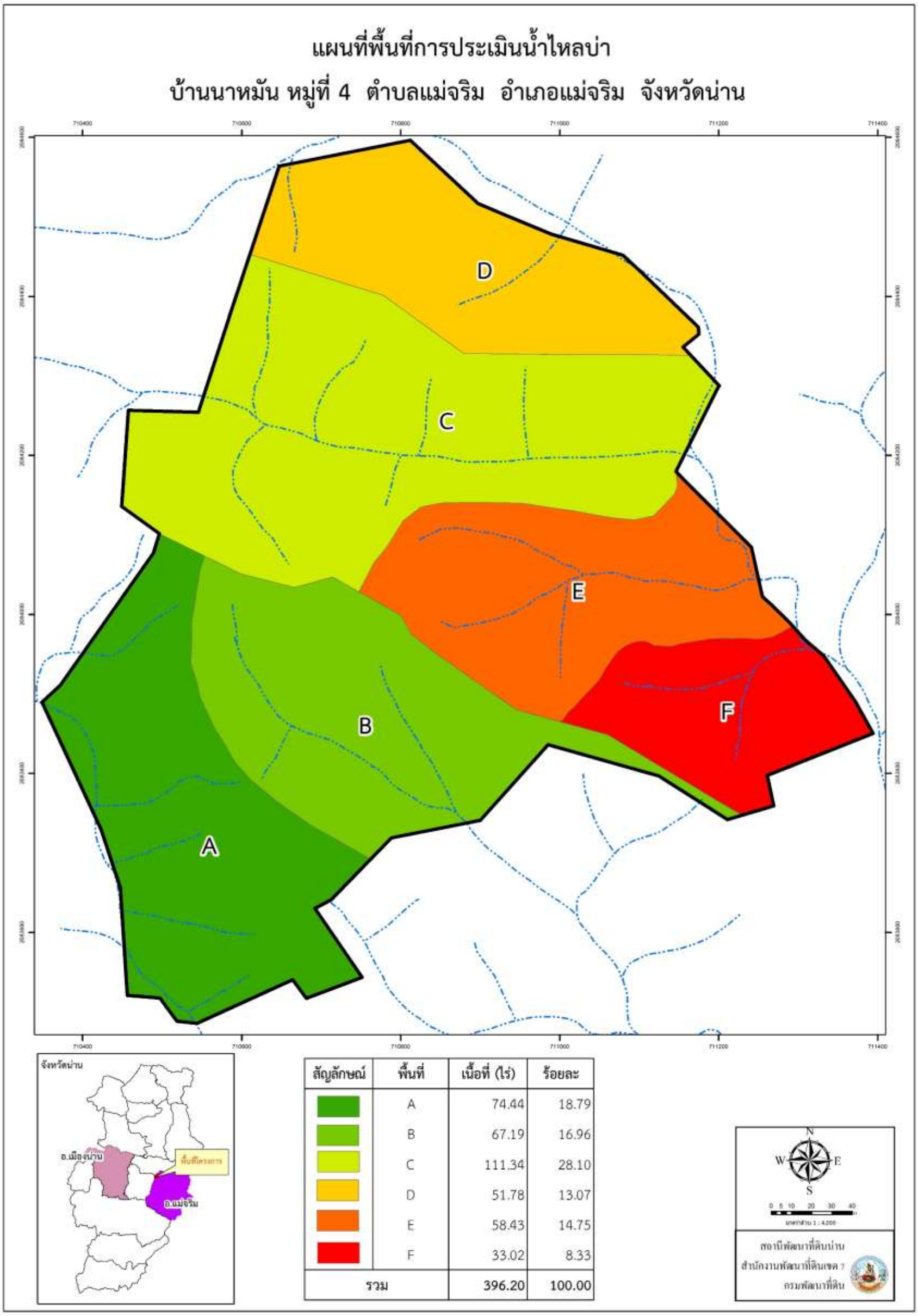
ตารางที่ 12 แสดงอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด ความเข้มของฝน (i) และช่วงเวลาที่น้ำไหลจากจุดไกลสุดของพื้นที่ถึงจุดทางออก (T_c) แต่ละพื้นที่รับน้ำย่อย

พื้นที่	เนื้อที่ (ไร่) (A)	ความยาวของร่องน้ำ (เมตร) (L)	ความลาดชันของร่องน้ำ (S)	ช่วงเวลาที่น้ำไหล (นาที) (T_c)	ความเข้มของฝน (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) (i)	ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำไหลบ่า (C)	อัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) (Q)
A	74.44	776	0.0722	30.64	90	0.52	1.55
B	67.19	448	0.1116	16.97	102	0.52	1.58
C	111.34	1034	0.0251	57.35	58	0.52	1.49
D	51.78	527	0.0152	41.45	70	0.52	0.84
E	58.43	425	0.1553	14.35	105	0.52	1.42
F	33.02	248	0.1774	9.00	105	0.52	0.80
รวม	**396.20**						**7.68**

4.1.2 การยอมรับ และการมีส่วนร่วมของเกษตรกร

แนวคิดด้านการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของเกษตรกรทุกรายคิดว่า ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความจำเป็นมาก และจะปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตรจากการปลูกพืชไร่ (เชิงเดี่ยว) มาเป็นการปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น ร้อยละ 91.67 และร้อยละ 8.33 ยังคงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมด้วย และเกษตรกร ร้อยละ 100 คิดว่าการปรับเปลี่ยนรูปแบบพื้นที่มาทำการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพร้อมปลูกไม้ยืนต้น ทำให้รายได้ไม่ลดลง

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 23 แผนที่พื้นที่รับน้ำย่อยของพื้นที่โครงการ

4.1.3 ข้อมูลทรัพยากรดิน

จากการศึกษาดินและจำแนกดิน มาตราส่วน 1 : 4,000 พบว่า ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน มี 3 ชุดดิน 7 หน่วยแผนที่ดิน จำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินกระทรวงเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 2554 (Soil Survey Staff, 2014) สรุปได้ ดังนี้ (ตารางที่ 13 และ ภาพที่ 24) (กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน, 2559)

ตารางที่ 13 ทรัพยากรดินที่พบในพื้นที่ของโครงการ

หน่วยแผนที่	ตัวย่อหน่วยแผนที่	ชื่อหน่วยแผนที่	เนื้อที่	
			ไร่	ร้อยละ
1	AC-pd,f-clB/d5,E1	ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 2-5 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนเล็กน้อย	21.92	5.53
2	Li-clD/d2,E2	ดินลี้ มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 25-50 เซ็นติเมตร มีการกร่อนปานกลาง	1.21	0.31
3	Li-clE/d2,E3	ดินลี้ มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 25-50 เซ็นติเมตร มีการกร่อนรุนแรง	71.80	18.12
4	Ws-d-clF/d4,E3	ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 35-50 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 100-150 เซ็นติเมตร มีการกร่อนรุนแรง	43.90	11.08
5	Ws-d-clG/d4,E3	ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 50-75 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 100-150 เซ็นติเมตร มีการกร่อนรุนแรง	184.54	46.58
6	Ws-vd-clD/d5,E2	ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึกมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนปานกลาง	9.38	2.37
7	Ws-vd-clE/d5,E3	ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึกมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนรุนแรง	63.44	16.01
		รวม	**396.20**	**100.00**

1) คำอธิบายลักษณะดิน จากการศึกษาดินและจำแนกดิน สามารถจำแนกได้เป็น 7 หน่วยแผนที่ ประกอบด้วย

(1) ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว (Alluvial Complex, poorly drained: AC-pd)

ชุดดิน	: ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว
Series	: AC-pd
การจำแนกดิน (USDA)	: Fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Fluvaquents
สภาพพื้นที่	: ราบเรียบถึงลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชัน 1-5 เปอร์เซ็นต์
ภูมิสัณฐาน	: ร่องระหว่างหุบเขา (Valley)
วัตถุต้นกำเนิด	: เกิดจากตะกอนลำน้ำพา และ/หรือ เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลกของหินตะกอนเนื้อละเอียด
การระบายน้ำ	: ค่อนข้างเลวถึงเลว
การซึมผ่านได้ของน้ำ	: ช้า
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน	: ปานกลาง
การใช้ประโยชน์	: ใช้ทำนา หรือปลูกผักในฤดูแล้ง
ลักษณะและสมบัติดิน	: พบบริเวณที่ราบลุ่มหรือ พื้นล่างของเนิน หรือหุบเขา เป็นหน่วยผสมของดินหลายชนิด ที่เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมกัน ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว มีลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินบริเวณนั้น ๆ ส่วนมากมีก้อนกรวดและเศษหินปนอยู่ในเนื้อดินด้วย
ข้อจำกัด	: ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขาดแคลนน้ำนานในฤดูแล้ง และอาจประสบปัญหาเรื่องการถูกน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน
ข้อเสนอแนะ	: ปลูกพืชไร่ ควรเลือกปลูกพืชที่ทนแล้งได้ดี ควรมีการปรับปรุงบำรุงรักษาดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและเคมีให้ดีขึ้นและควรใส่ปุ๋ยเคมีควบคู่ไปด้วย เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ดีขึ้น

ตารางที่ 14 สมบัติทางเคมีของดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0-25	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
25-50	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
50-100	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว ที่พบ มี 1 ประเภท คือ

- หน่วยแผนที่ 1 AC-pd,f-clB/d5, E1: ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อนที่มีการระบายน้ำเลว มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 2-5 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนเล็กน้อย มีเนื้อที่ 21.92 ไร่ หรือร้อยละ 5.53 ของพื้นที่

(2) ชุดดินลี้ (Li series: Li)

ชุดดิน : ลี้
Series : Li
การจำแนกดิน (USDA) : Clayey-skeletal, mixed, semiactive, shallow, isohyperthermic, Ultic Haplustalfs
สภาพพื้นที่ : ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา มีคามลาดชัน 5-35 เปอร์เซ็นต์
ภูมิสัณฐาน : ภูเขา เนินเขา
วัตถุต้นกำเนิด : เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลท์ และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วงบริเวณเชิงเขา
การระบายน้ำ : ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ : เร็ว
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน : ปานกลางถึงเร็ว
การใช้ประโยชน์ : ป่าเบญจพรรณ พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ถั่ว
ลักษณะและสมบัติดิน : เป็นดินตื้นหรือตื้นมากถึงชั้นเศษหินหนาแน่น บางบริเวณอาจพบชั้นหินพื้นในระดับตื้น ดินบนเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้งหรือดินร่วนปนดินเหนียวปนเศษหิน สีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0-7.0) ดินล่างเป็นดินเหนียว

ปนเศษหินหนาแน่นมาก สีแดงหรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5)

ข้อจำกัด : เป็นดินตื้นถึงชั้นเศษหินหนาแน่นและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ดินจะถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย

ข้อเสนอแนะ : บริเวณที่มีความลาดชันไม่มากนัก (ไม่เกิน 12%) และดินไม่ตื้นมาก อาจใช้ปลูกพืชไร่ได้ แต่ต้องรบกวนดินน้อยที่สุด พร้อมทั้งจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่เหมาะสมโดยใช้วิธีพืช เพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดินและเพิ่มผลผลิตพืช โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี พื้นที่ลาดชันสูงไม่ควรนำมาใช้เพาะปลูก ควรให้คงสภาพป่าหรือฟื้นฟูสภาพป่า

ตารางที่ 15 สมบัติทางเคมีของดินชุดดินลี้

ความลึก (ซม.)	**อินทรียวัตถุ**	**ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน**	**ความอิ่มตัวเบส**	**ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์**	**โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์**	**ความอุดมสมบูรณ์ของดิน**
0-25	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง

ชุดดินลี้ ที่พบ มี 2 ประเภท คือ

- หน่วยแผนที่ 2 Li-clD/d2, E2 : ดินลี้ มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 25-50 เซนติเมตร มีการกร่อนปานกลาง มีเนื้อที่ 1 ไร่ หรือร้อยละ 0.25 ของพื้นที่

- หน่วยแผนที่ 3 Li-clE/d2, E3 : ดินลี้ มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 25-50 เซนติเมตร มีการกร่อนรุนแรง มีเนื้อที่72 ไร่ หรือร้อยละ 18.18 ของพื้นที่

(3) ดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก (Wang Saphung deep variant: Ws-d)

ชุดดิน : วังสะพุง

Series : Ws-d

การจำแนกดิน (USDA) : Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Paleustalfs

สภาพพื้นที่ : ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา ความลาดชัน 3-35 %

ภูมิสัณฐาน : พื้นที่ภูเขา หรือเชิงเขา

วัตถุต้นกำเนิด : เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลท์ เป็นต้น และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณเชิงเขา

การระบายน้ำ : ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ : เร็ว
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน : ปานกลางถึงเร็ว
การใช้ประโยชน์ : พืชไร่ ข้าวโพด ข้าวไร่ สับปะรด และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย
ลักษณะและสมบัติดิน : เป็นดินลึก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้ม ถึงสีน้ำตาลปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลือง ถึงสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5)
ข้อจำกัด : มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ขาดแคลนน้ำช่วงฤดูแล้ง
ข้อเสนอแนะ : ปลูกพืชไร่ ควรเลือกปลูกพืชที่ทนแล้งได้ดี ควรมีการปรับปรุงบำรุงรักษาดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ

ตารางที่ 16 สมบัติทางเคมีของดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0-25	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง

ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึก ที่พบ มี 2 ประเภท คือ

- หน่วยแผนที่ 4 Ws-d-clF/d4, E3 : ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 35-50 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 100-150 เซนติเมตร มีการกร่อนรุนแรง มีเนื้อที่ 44 ไร่ หรือร้อยละ 11.11 ของพื้นที่

- หน่วยแผนที่ 5 Ws-d-clG/d4, E3 : ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 50-75 เปอร์เซ็นต์ พบชั้นหินพื้นที่ความลึก 100-150 เซนติเมตร มีการกร่อนรุนแรง มีเนื้อที่ 185 ไร่ หรือร้อยละ 46.72 ของพื้นที่

(4) ดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึกมาก (Wang Saphung verydeep variant : Ws-vd)

ชุดดิน : วังสะพุง
Series : Ws-vd
การจำแนกดิน (USDA) : Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Paleustalfs

สภาพพื้นที่ : ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยถึงเป็นเนินเขา ความลาดชัน 3-35 %
ภูมิสัณฐาน : พื้นที่ภูเขา หรือเชิงเขา
วัตถุต้นกำเนิด : เกิดจากการผุพังของหินตะกอนเนื้อละเอียดและหินที่แปรสภาพ เช่น หินดินดาน หินทรายแป้ง หินโคลน หินชนวน หินฟิลไลท์ เป็นต้น และรวมถึงที่เกิดจากวัสดุดินหรือหินที่เคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วง บริเวณเชิงเขา
การระบายน้ำ : ดี
การซึมผ่านได้ของน้ำ : เร็ว
การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน : ปานกลางถึงเร็ว
การใช้ประโยชน์ : พืชไร่ ข้าวโพด ข้าวไร่ สับปะรด และสวนผลไม้ เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ ลำไย
ลักษณะและสมบัติดิน : เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลเข้มถึงสีน้ำตาลปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียว สีแดงปนเหลือง ถึงสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.5)
ข้อจำกัด : มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ขาดแคลนน้ำช่วงฤดูแล้ง
ข้อเสนอแนะ : ปลูกพืชไร่ ควรเลือกปลูกพืชที่ทนแล้งได้ดี ควรมีการปรับปรุงบำรุงรักษาดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ

ตารางที่ 17 สมบัติทางเคมีของดินคล้ายชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึกมาก

ความลึก (ซม.)	อินทรียวัตถุ	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน	ความอิ่มตัวเบส	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน
0-25	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	สูง	ปานกลาง

ชุดดินวังสะพุงที่เป็นดินลึกมาก ที่พบ มี 2 ประเภท คือ

- หน่วยแผนที่ 6 Ws-vd-clD/d5,E2 : ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึกมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนปานกลาง มีเนื้อที่ 9 ไร่ หรือร้อยละ 2.27 ของพื้นที่

- หน่วยแผนที่ 7 Ws-vd-clE/d5,E3 : ดินวังสะพุง ที่เป็นดินลึกมาก มีเนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีความลาดชัน 20-35 เปอร์เซ็นต์ มีการกร่อนรุนแรง มีเนื้อที่ 63 ไร่ หรือร้อยละ 15.91 ของพื้นที่

2) สมบัติทางเคมีของดิน

(1) ก่อนการดำเนินการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า ดินตะกอนน้ำพา มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (1.2 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (13 และ 16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดปานกลาง (pH 5.9) ชุดดินวังสะพุง มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.7 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (11 และ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดจัด (pH 5.5) ชุดดินลี้ มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.8 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (10 และ 23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดจัด (pH 5.4)

(2) หลังการดำเนินการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเสร็จสิ้นแล้ว ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินอีกครั้ง พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด เนื่องจากยังไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในดินตะกอนน้ำพา มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง (1.76 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (11 และ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.1) ชุดดินวังสะพุง มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.5 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (7 และ 19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดจัด (pH 5.7) ชุดดินลี้ มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.8 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีปริมาณต่ำ (8 และ 21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) มีสภาพความเป็นกรดจัด (pH 5.5) (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ผลวิเคราะห์ดินก่อน - หลังดำเนินการก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ชุดดิน	ก่อนดำเนินการ				หลังดำเนินการ			
	pH	OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)	pH	OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
ดินตะกอนน้ำพา (AC)	5.9	1.20	13	16	6.1	1.76	11	15
วังสะพุง (Ws)	5.5	0.70	11	21	5.7	0.50	7	19
ลี้ (Li)	5.4	0.80	10	23	5.5	0.80	8	21

4.1.4 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2559 พบว่า มีการปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 78 ของพื้นที่โครงการ ซึ่งการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว ทำให้เกิดปัญหาการชะล้างหน้าดิน มีการไถพรวนผิดหลักวิชาการ คือ ไถตามพรวนตามแนวขึ้นลงของพื้นที่

4.1.5 การวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ขอบเขตเนื้อที่โครงการประมาณ 396 ไร่ ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนดินเหนียว pH 5.4-5.5 ความอุดมสมบูรณ์โดยทั่วไปค่อนข้างต่ำ ดินบริเวณที่สูงเป็นดินตื้น บริเวณที่ดอนเป็นดินลึกถึงลึกมาก ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.7-0.8 เปอร์เซ็นต์ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และไร่หมุนเวียน ไม่มีร่องรอยการชะล้างพังทลายของดินเด่นชัด ความลาดชันของพื้นที่อยู่ระหว่าง 12-75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี 1,293.50 มิลลิเมตร (ปี 2558) จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น สามารถวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตามขั้นตอน ดังนี้

1) สำรวจลักษณะภูมิประเทศแล้วกันพื้นที่ตามสันปันน้ำ เพื่อแบ่งพื้นที่ไปตามความลาดเท และหาพื้นที่รับน้ำและร่องน้ำต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 6 พื้นที่ (พื้นที่รับน้ำย่อย A – F ในข้อที่ 4.1.1)

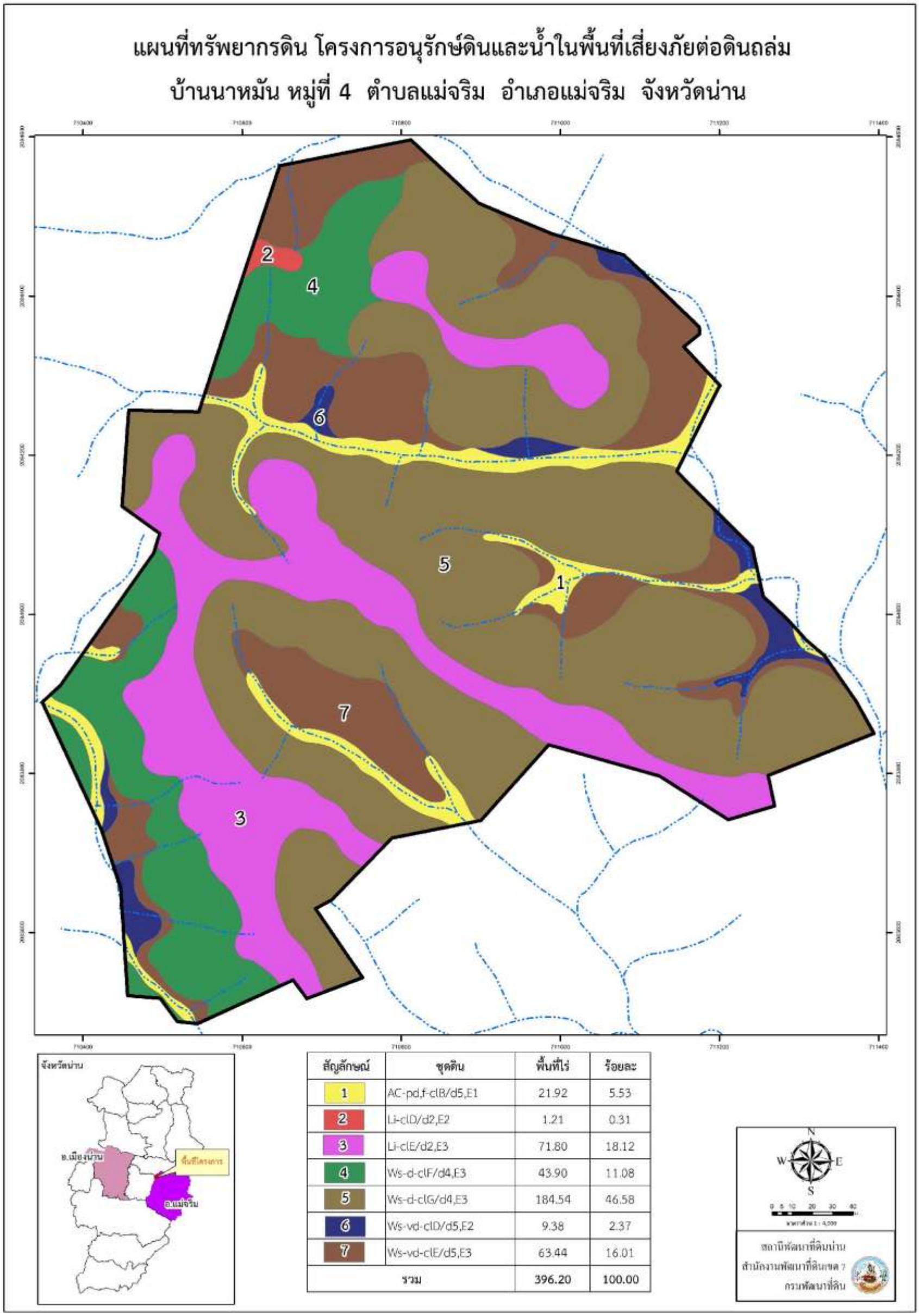
2) แบ่งพื้นที่โดยการตัดถนนหรือเส้นทางลำเลียงในไร่นา เพื่อเป็นพื้นที่ให้เหมาะสมกับลักษณะสันปันน้ำและความสะดวกในการใช้ทำงานต่าง ๆ โดยมีหลักการ คือ 1) วางแนวถนนตามสันปันน้ำเพื่อเป็นการแบ่งพื้นที่รับน้ำซึ่งจะทำให้การอนุรักษ์ดินและน้ำได้ง่ายขึ้น 2) ปรับแนวเส้นทางเดิมให้เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิชาการ

3) วางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่

(1) พื้นที่เกษตร เนื้อที่ประมาณ 304 ไร่

(2) พื้นที่ป่าไม้ผลัดใบ เนื้อที่ประมาณ 86 ไร่

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



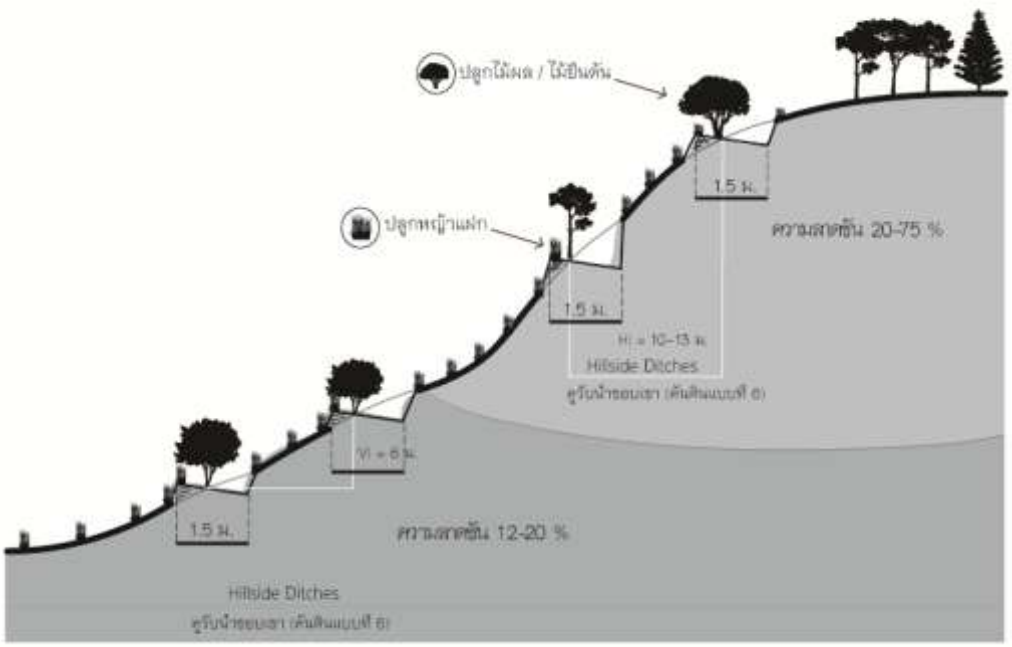
ภาพที่ 24 แผนที่ทรัพยากรดินค่อนข้างละเอียดของพื้นที่โครงการ

4) คำนวณระยะห่างของคันดิน (Bank spacing) การคำนวณระยะห่างในแนวดิ่ง (VI) ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ป้องกันมิให้เกิดการชะล้างเป็นแบบริ้วหรือร่องในระหว่างคันดิน จากสภาพภูมิประเทศ และความลาดชันของพื้นที่โครงการ มีความลาดชันเฉลี่ย อยู่ที่ 44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ได้แก่ คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ซึ่งการออกแบบระยะห่างในแนวดิ่ง คิดได้ตามสมการที่ 3 ที่ได้อธิบายในบทที่ 1

$$VI = \frac{(44+6)}{10} = 6 \text{ เมตร}$$

HI คือ ระยะห่างในแนวราบ เท่ากับ 13.63 เมตร

5) แบ่งพื้นที่ที่ทำการเกษตรตามความลาดชัน เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 แนวคิดและรูปแบบการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

(1) พื้นที่ความลาดชัน 12-20 เปอร์เซ็นต์ มีประมาณ 6 ไร่ เนื่องจากดินเป็นดินลึกถึงลึกมาก มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง จึงควรปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลและเพื่อเป็นการป้องกันการชะล้างพังทลาย จึงควรใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมด้วย

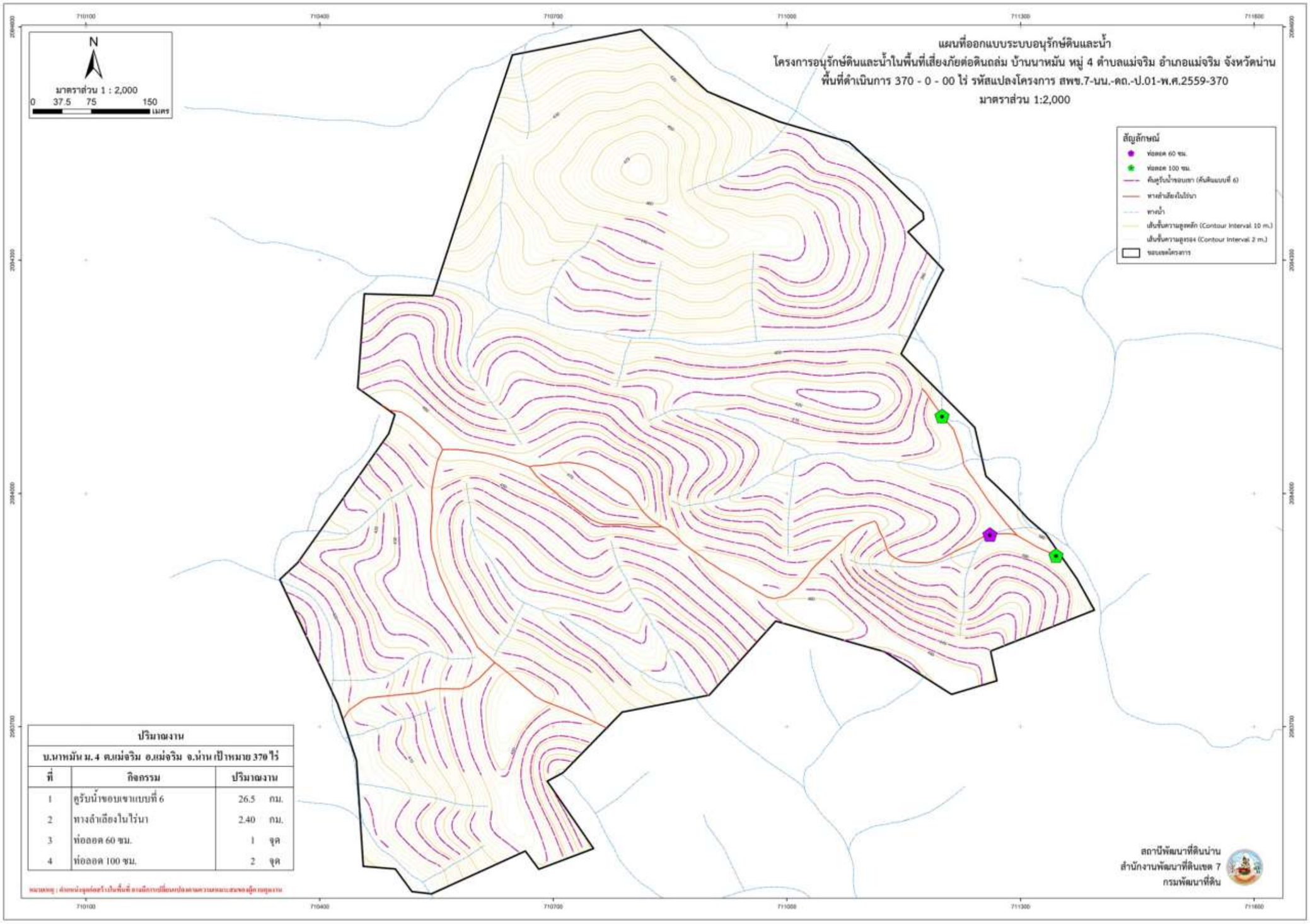
(2) พื้นที่ความลาดชัน 20 - 75 เปอร์เซ็นต์ มีประมาณ 304 ไร่ ดินส่วนใหญ่เป็นดินลึกถึงลึกมาก ประมาณ 254 ไร่ มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง จึงควรปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลและเพื่อเป็นการป้องกันการชะล้างพังทลาย จึงควรใช้คูรับน้ำขอบเขาร่วมด้วย ซึ่งจะมีความยาวของคันดิน

ประมาณ 26.50 กิโลเมตร ที่เหลือเป็นดินตื้น มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ประมาณ 50 ไร่ จึงควรปลูกไม้ยืนต้นเท่านั้น โดยการวางแนวปลูกตามระดับและมีแถบหญ้าแฝกปลูกขวางความลาดเทขนานกับแถวที่ปลูกไม้ยืนต้น

(3) พื้นที่เส้นทางลำเลียงในไร่นา เนื้อที่ประมาณ 6 ไร่ หรือความยาว 2.40 กิโลเมตร เมื่อทำการวางเส้นทางลำเลียงในไร่นาแล้ว พบว่า มีทางลำเลียงในไร่นาขวางทางระบายน้ำ จำนวน 3 จุด จึงได้พิจารณาใส่ท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก จำนวน 3 จุด โดยพิจารณาขนาดท่อจากการคำนวณปริมาณน้ำไหลบ่าสูงสุด (Q) เท่ากับ 7.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งมีค่าน้อยมาก และได้สรุปขนาดท่อระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวางท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร จำนวน 1 จุด และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร จำนวน 2 จุด

สรุป ในพื้นที่โครงการมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (ภาพที่ 26) ดังนี้

- คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ความยาว 26.50 กิโลเมตร
- ทางลำเลียงในไร่นา ความยาว 2.40 กิโลเมตร
- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร จำนวน 1 จุด
- ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร จำนวน 2 จุด
- หญ้าแฝก จำนวน 148,000 กล้า หรือ ความยาว 7.40 กิโลเมตร
- ไม้ยืนต้นและไม้ผล จำนวน 10,040 ต้น



ภาพที่ 26 แผนที่แบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำของโครงการ

4.2 การก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

4.2.1 การก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ลักษณะดำเนินการเอง โดยการจ้างแรงงานคนในการก่อสร้าง เป็นการขุดเคลื่อนย้ายดิน โดยเริ่มขุดจากกึ่งกลางของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเข้าด้านใน จนถึงแนวไม้หลักที่ปักไว้ทำการเคลื่อนย้ายดินมาถมที่ต่ำด้านนอกทำเป็นที่ราบขั้นแคบ ๆ กว้าง 1.50 เมตร ให้มีความลาดเทกลับเข้าด้านในประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ แบบไม่ต่อเนื่องกัน และยาวไปตามแนวระดับของพื้นที่ มีความกว้างของพื้นที่ราบคูรับน้ำขอบเขา ระยะห่างของคูรับน้ำขอบเขา แต่ละขั้น ประมาณ 10-13 เมตร ผันแปรไปตามความลาดชันของพื้นที่ ตัดความยาวของความลาดชันของพื้นที่ให้มีช่วงสั้น ๆ เพื่อลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินจากปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน และใช้พื้นที่ระหว่างคันดินเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืช รวมก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) จำนวน 26.50 กิโลเมตร (ภาพที่ 27)

ภาพที่ 27 การก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) (a) ใช้แรงงานคนในการขุด และ (b-c) ลักษณะการตัดหน้าดินเมื่อขุดเสร็จแล้ว และระยะห่างของแต่ละคัน

4.2.2 การก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา พร้อมท่อคอนกรีตเสริมเหล็กระบายน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร และ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร โดยการจ้างเครื่องจักรกลจากเอกชน เคลื่อนย้ายดิน และถมบดอัด พร้อมทางระบายน้ำด้านข้าง เป็นการทำคันดินให้มีขนาดใหญ่ขึ้นสำหรับใช้เป็นทางลำเลียงผลผลิตทางการเกษตรสู่ตลาด ความยาว 2.4 กิโลเมตร พร้อมทั้งวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็กระบายน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร จำนวน 1 จุด ๆ ละ 6 ท่อน และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร จำนวน 2 จุด ๆ ละ 6 ท่อน เป็นการระบายน้ำข้ามฝั่งถนน (ภาพที่ 28)

ภาพที่ 28 (a,d) การก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา (b) วางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก พร้อมยาแนวประสานท่อ และ (c) การย้ายดินถมท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

4.2.3 การปลูกหญ้าแฝก จำนวน 148,000 กล้า โดยการใช้กล้าหญ้าแฝกแบบรากเปลือย ปลูกตามแนวคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) เริ่มปลูกในเดือนมิถุนายน โดยขุดดินเป็นร่องลึกประมาณ 10 เซนติเมตร และนำกล้าหญ้าแฝกวางในร่อง ให้ต้นกล้าหญ้าแฝกห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร หลังจากนั้นให้เอาดินกลบรากหญ้าแฝก กดดินให้พอแน่น เมื่อใบหญ้าแฝกเริ่มยาว ให้ตัดใบคลุมโคนต้นไม้ผล เพื่อรักษาความชื้นในดิน (ภาพที่ 29)

ภาพที่ 29 การปลูกหญ้าแฝกแบบรากเปลือย (a) เริ่มปลูกในต้นฤดูฝนบนขอบคูรับน้ำขอบเขา และ (b) ตัดใบเมื่ออายุครบ 3 เดือน คลุมโคนไม้ยืนต้น

4.2.4 การส่งเสริมการปลูกไม้ผล เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การใช้ประโยชน์ที่ดินลักษณะนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม จึงเหมาะสมกับการปรับเปลี่ยนพื้นที่เป็นไม้ผลไม้ยืนต้น โดยได้สนับสนุนปุ๋ยหมัก จำนวน 16,700 กิโลกรัม หินฟอสเฟต จำนวน 2,400 กิโลกรัม กล้าไม้ผลไม้ยืนต้น จำนวน 10,040 ต้น ได้แก่ ต้นสัก 6,400 ต้น ลองกอง 500 ต้น ลำไย 200 ต้น มะม่วง 500 ต้น ทุเรียน 305 ยางพารา 500 ต้น เงาะ 1,000 ต้น ปาล์มน้ำมัน 100 ต้น มังคุด 45 ต้น มะม่วงหิมพานต์ 200 ต้น ไผ่หวาน 220 ต้น ครอบคุลมพื้นที่ 396.20 ไร่ (ภาพที่ 30 และ 31)

ภาพที่ 30 การส่งเสริมการปลูกไม้ผล (a-b) เกษตรกรรับปุ๋ยหมัก และต้นไม้

ภาพที่ 31 สภาพต้นไม้ที่ได้ปลูกในพื้นที่ (a-b) ต้นมะม่วงหิมพานต์ อายุ 3 ปี ปลูกตามแนวระดับ และบนคูรับน้ำขอบเขา

4.3 การประเมินการสูญเสียดินก่อนและหลังดำเนินการ

4.3.1 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม ที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร ตามชุดดินที่ได้กล่าวข้างต้น วิเคราะห์หาค่าปริมาณอินทรียวัตถุ (% Organic Matter) เปอร์เซ็นต์ทราย (%Sand) เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก และค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) นำมาคำนวณค่า K ตามสมการที่ 6 7 และ 8 ในบทที่ 1 ผลปรากฏว่า

1) ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน (AC) พบว่ามี เปอร์เซ็นต์ทราย เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก อยู่ที่ 38.20, 27.80 และ 34.00 ตามลำดับ ชุดดินลี้ (Li) พบ เปอร์เซ็นต์ทราย เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก อยู่ที่ 24.80, 30.90 และ 44.30 ตามลำดับ ดินคล้ายชุดดินวังสะพุง (Ws-d) ระดับลึก พบ เปอร์เซ็นต์ทราย เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก อยู่ที่ 20.10, 24.00 และ 56.00 ตามลำดับ และดินคล้ายชุดดินวังสะพุง (Ws-vd) ระดับลึกมาก พบ เปอร์เซ็นต์ทราย เปอร์เซ็นต์ทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก อยู่ที่ 28.90, 24.00 และ 47.10 ตามลำดับ

2) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ (%OM) ของดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน (AC) ชุดดินลี้ (Li) ดินคล้ายชุดดินวังสะพุง ระดับลึก (Ws-d) และดินคล้ายชุดดินวังสะพุง ระดับลึก (Ws-vd) มีค่า 3.10, 3.64, 1.76 และ 3.03 ตามลำดับ

3) ค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) ที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน (AC) ชุดดินลี้ (Li) ดินคล้ายชุดดินวังสะพุง ระดับลึก (Ws-d) และดินคล้ายชุดดินวังสะพุง ระดับลึก (Ws-vd) มีค่า 53.17, 74.12 ,น้ำไหลเร็ว และ 39.91 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ชุดดิน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_{sat}) มากกว่า 25.00

เซนติเมตรต่อชั่วโมง อยู่ในระดับเร็วมาก ดัชนีความซาบซึมน้ำของดิน มีค่าเท่ากับ 1 (ตามตารางที่ 6 ในบทที่ 3)

4) ดัชนีค่าโครงสร้างของดิน พิจารณาจากโครงสร้างดิน ซึ่งทั้ง 3 ชุดดิน มีรูปร่างคล้ายกล่อง ไม่มีรูปทรงที่แน่นอน (blocky) จึงมีค่าดัชนีค่าโครงสร้างของดิน เท่ากับ 4 (ภาพที่ 22 ในบทที่ 3)

ตารางที่ 19 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K)

ชุดดิน	S (%)	Si (%)	Clay (%)	K_{sat} (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ a	ดัชนีค่าโครงสร้างของดิน b	ดัชนีอัตราการซึมซาบน้ำในชั้นดิน c	K-factor
ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน (AC)	38.20	27.80	34.00	53.17	3.1	4	1	0.015
ลี้ (Li)	24.80	30.90	44.30	74.12	3.64	4	1	0.015
ดินคล้ายชุดดินวังสะพุง (Ws-d)	20.10	24.00	56.00	น้ำไหลเร็ว	1.76	4	1	0.015
ดินคล้ายชุดดินวังสะพุง (Ws-vd)	28.90	24.00	47.10	39.91	3.03	4	1	0.015

4.3.2 การประเมินการสูญเสียดินใช้สมการ USLE ตามสมการที่ 4 – 8 ที่ได้อธิบายในบทที่ 1 และ 3 ก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า มีอัตราการสูญเสียดินรวมทั้งสิ้น 33.607 ตันต่อไร่ต่อปี โดยพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ไร่หมุนเวียน) ป่าผลัดใบสมบูรณ์ และพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความลาดชัน 12 – 35 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับน้อย (ต่ำกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปี) ส่วนพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความลาดชัน มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับปานกลาง (2 – 4 ตันต่อไร่ต่อปี) เมื่อดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว พบว่า มีอัตราการสูญเสียดินรวมทั้งสิ้น 10.92 ตันต่อไร่ต่อปี (ลดลง 67.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ) โดยพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไร่หมุนเวียน และป่าผลัดใบสมบูรณ์ มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับน้อย (ต่ำกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปี) ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) ซึ่งสามารถสรุปการประเมินการสูญเสียดินก่อนและหลังดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ตามตารางที่ 20

4.4 ความพึงพอใจของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 12 ราย พบว่า เกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการ เป็นเพศชาย และเพศหญิง ร้อยละ 83.33 และ 16.67 ตามลำดับ มีอายุระหว่าง 40 - 63 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า ร้อยละ 50 รองลงมาจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า ไม่ได้เรียนหนังสือ ประถมศึกษาปีที่ 4 และประถมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 16.67, 16.67, 8.33 และ 8.33 ตามลำดับ และเกษตรกรทุกรายมีประสบการณ์ทำการเกษตรมากกว่า 20 ปี

รายได้รวมของครัวเรือนจากภาคการเกษตร พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ส่วนใหญ่มีรายได้จากภาคการเกษตร ระหว่าง 70,001 – 100,000 บาท ร้อยละ 58.33 รองลงมามีรายได้ระหว่าง 40,000 – 70,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 33.33 และมีรายได้ มากกว่า 100,001 คิดเป็นร้อยละ 8.34

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 20 การประเมินปริมาณการสูญเสียดินก่อน และหลังดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ประเภทการใช้ที่ดิน	slope class	ก่อนดำเนินการ							หลังดำเนินการ						
		R	K	LS	C	P	อัตราการสูญเสียดิน ตัน/ไร่/ปี	ระดับการสูญเสียดิน	R	K	LS	C	P	อัตราการสูญเสียดิน ตัน/ไร่/ปี	ระดับการสูญเสียดิน
ข้าวโพด	D	94.107	0.015	1.927	0.474	1.000	1.289	น้อย	94.107	0.015	1.927	0.474	0.180	0.232	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.474	1.000	1.842	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.474	0.180	0.332	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.474	1.000	3.058	ปานกลาง	94.107	0.015	4.571	0.474	0.180	0.551	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.474	1.000	3.058	ปานกลาง	94.107	0.015	4.571	0.474	0.180	0.551	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.474	1.000	3.058	ปานกลาง	94.107	0.015	4.571	0.474	0.180	0.551	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.474	1.000	3.058	ปานกลาง	94.107	0.015	4.571	0.474	0.180	0.551	น้อย
ข้าวโพด (ไร่หมุนเวียน)	D	94.107	0.015	1.927	0.250	1.000	0.680	น้อย	94.107	0.015	1.927	0.250	0.180	0.122	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.250	1.000	0.972	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.250	0.180	0.175	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.250	1.000	0.972	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.250	0.180	0.175	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.250	1.000	0.972	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.250	1.000	0.972	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	0.180	0.290	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	0.180	0.290	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	0.180	0.290	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย
	H	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	0.180	0.290	น้อย
	H	94.107	0.015	4.571	0.250	1.000	1.613	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.250	0.180	0.290	น้อย
ป่าผลัดใบสมบูรณ์	D	94.107	0.015	1.927	0.048	1.000	0.131	น้อย	94.107	0.015	1.927	0.048	1.000	0.131	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.048	1.000	0.187	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.048	1.000	0.187	น้อย
	E	94.107	0.015	2.753	0.048	1.000	0.187	น้อย	94.107	0.015	2.753	0.048	1.000	0.187	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย
	F	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย
	G	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย	94.107	0.015	4.571	0.048	1.000	0.310	น้อย
รวม							**33.607**							**10.920**	

หมายเหตุ : การประเมินได้จากการคำนวณจากสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) ซึ่งจะให้มีความถูกต้องมากขึ้นต้องมีการวัดจริงในพื้นที่

ต้นทุนรวมภาคการเกษตร พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ส่วนใหญ่ร้อยละ 58.33 มีต้นทุนรวมภาคการเกษตร ระหว่าง 10,000 – 40,000 บาท ที่เหลือร้อยละ 41.67 มีต้นทุนรวมภาคการเกษตร มากกว่า 40,001 บาท

การประเมินระดับความพึงพอใจของเกษตรกรด้วยแบบสอบถาม พบว่า เกษตรกรมีระดับความพึงพอใจมากที่สุดในประเด็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตรงต่อความต้องการ ความคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ในอนาคต ได้รับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อความต้องการของเกษตรกร เจ้าหน้าที่มีความระมัดระวัง รอบคอบ พูดจาสุภาพ เป็นกันเอง และยิ้มแย้มแจ่มใส และระยะเวลาในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อสถานการณ์ มีค่า 4.83, 4.75, 4.67, 4.67 และ 4.58 ตามลำดับ และเกษตรกรมีระดับความพึงพอใจมาก ในประเด็นรักษาน้ำและความชื้นในดิน เจ้าหน้าที่มีความชัดเจนในการอธิบาย ชี้แจง เสนอแนะ รักษาความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช สามารถแก้ไขปัญหาเสี่ยงภัยดินถล่ม เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเสมอภาค และช่วยลดการชะล้างหน้าดิน มีค่า 4.50, 4.50, 4.50, 4.33, 4.33 และ 4.25 ตามลำดับ ดังแสดงตามตารางที่ 21

เกษตรกร มีความรู้สึกว่า การใช้ที่ดินในปัจจุบันเมื่อเทียบกับเมื่อ 5-10 ปีก่อนเข้าร่วมโครงการ ทำให้ปลูกไม้ผลได้ดีขึ้น ลดการถล่มของดิน กักเก็บน้ำไว้ไม่ให้ไหลเร็ว เดินเก็บผลผลิต พ่นยาและใส่ปุ๋ยได้ง่ายขึ้น ดินมีความชุ่มชื้น และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าโครงการนี้มีความเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและเป็นที่ต้องการของเกษตรกรอย่างมาก

ตารางที่ 21 ระดับความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

ประเด็น	เฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตรงต่อความต้องการของท่าน	4.83	มากที่สุด
2. ความคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ในอนาคต	4.75	มากที่สุด
3. ได้รับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทันต่อความต้องการของท่าน	4.67	มากที่สุด
4. เจ้าหน้าที่มีความระมัดระวัง รอบคอบ พูดจาสุภาพ เป็นกันเอง และยิ้มแย้มแจ่มใส	4.67	มากที่สุด
5. ระยะเวลาในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อสถานการณ์	4.58	มากที่สุด
6. รักษาน้ำและความชื้นในดิน	4.50	มาก
7. เจ้าหน้าที่มีความชัดเจนในการอธิบาย ชี้แจง เสนอแนะ	4.50	มาก
8. รักษาความอุดมสมบูรณ์ และธาตุอาหารพืช	4.50	มาก
9. สามารถแก้ไขปัญหาเสี่ยงภัยดินถล่ม	4.33	มาก
10. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเสมอภาค	4.33	มาก
11. ช่วยลดการชะล้างหน้าดิน	4.25	มาก

หมายเหตุ : ระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.00 – 4.51
ระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 4.01
ระดับความพึงพอใจปานกลาง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.00 – 3.51
ระดับความพึงพอใจน้อย มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 3.01
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.00

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม และศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ดำเนินการในพื้นที่บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม ตามรายงานของกรมทรัพยากรธรณี โดยสภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นลูกคลื่นลอนชันถึงพื้นที่สูงชันมากที่สุด เกษตรกรปลูกพืชไร่เป็นหลัก ไถพรวนดินขวางแนวระดับ ส่งผลให้เป็นพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม

5.1.1 การวิเคราะห์พื้นที่และวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

1) สภาพพื้นที่และขอบเขตของโครงการ อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางประมาณ 380 - 474 เมตร มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ร้อยละ 64 ของพื้นที่โครงการ พื้นที่โครงการ 396.20 ไร่ คำนวณอัตราน้ำไหลบ่าสูงสุด (Q) ของพื้นที่โครงการรวม เท่ากับ 7.68 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการ จำนวน 12 ราย ทุกรายคิดว่าระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีความจำเป็นอยู่ในระดับมาก และจะเปลี่ยนรูปแบบการทำการเกษตรจากการปลูกพืชไร่ (พืชเชิงเดี่ยว) มาปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น ร้อยละ 91.67 มีเพียงร้อยละ 8.33 ยังคงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ร่วมด้วย ทรัพยากรดินที่พบมี 3 ชุดดิน 7 หน่วยแผนที่ดิน ได้แก่ ดินตะกอนน้ำพาเชิงซ้อน ชุดดินลี้ และดินคล้ายชุดดินวังสะพุง ส่วนใหญ่ของพื้นที่พบว่าเป็นดินลึก เมื่อนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาค่าสมบัติทางเคมีของดินก่อนดำเนินการเปรียบเทียบกับหลังดำเนินการ พบว่า ไม่การเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด เนื่องจากยังไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ร้อยละ 78 ของพื้นที่โครงการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2) การวางแผนออกแบบระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่ 396 ไร่ ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนเหนียว pH 5.4-5.5 ความอุดมสมบูรณ์โดยทั่วไปค่อนข้างต่ำ ดินบริเวณที่สูงเป็นดินตื้น บริเวณที่ดอนเป็นดินลึกถึงลึกมาก ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ประมาณ 0.7-0.8 เปอร์เซ็นต์ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพืชไร่ ได้แก่ ข้างโพดเลี้ยงสัตว์ และไร่หมุนเวียน ไม่มีร่องรอยการชะล้างพังทลายของดินเด่นชัด ความลาดชันของพื้นที่อยู่ระหว่าง 12-75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี 1,293.50 มิลลิเมตร ความลาดชันเฉลี่ยของพื้นที่อยู่ที่ 44 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างในแนวดิ่ง (VI) เท่ากับ 6 เมตร และกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำตามความลาดชัน คือ ความลาดชัน 12-75 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ที่ดินเป็นดินลึกถึงลึกมาก ควรปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลร่วมกับคูรับน้ำขอบเขา ในพื้นที่ความลาดชัน 20-75 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นดินตื้น ให้ปลูกไม้ยืนต้นตามแนวระดับ และมีแถบหญ้าแฝกปลูกขวางความลาดเทขนานกับแถวที่ปลูกไม้ยืนต้น สรุปมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่โครงการ ได้แก่ คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) ความยาว 26.50 กิโลเมตร เพื่อลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินจากปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินทางลำเลียงในไร่นา ความยาว 2.40 กิโลเมตร สำหรับใช้เป็นทางลำเลียงผลผลิตทางการเกษตรสู่ตลาด ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร จำนวน 1 จุด ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 เซนติเมตร จำนวน 2 จุด เป็นการระบายน้ำข้ามฝั่งถนน ปลูกหญ้าแฝก จำนวน 148,000 กล้า หรือ ความยาว 7.40 กิโลเมตร เพื่อรักษาความชื้นในดิน และปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล จำนวน 10,040 ต้น ลดความเสี่ยงการเกิดดินถล่ม

3) การประเมินการสูญเสียดินใช้สมการ USLE ก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า มีอัตราการสูญเสียดินรวมทั้งสิ้น 33.607 ตันต่อไร่ต่อปี โดยพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ไร่หมุนเวียน) ป่าผลัดใบสมบูรณ์ และพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความลาดชัน 12 – 35 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับน้อย (ต่ำกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปี) ส่วนพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียดินอยู่ในระดับปานกลาง (2 – 4 ตันต่อไร่ต่อปี) เมื่อดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำแล้ว พบว่า ทั้งพื้นที่โครงการมีการสูญเสียดินในระดับน้อย (ต่ำกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปี) ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ และมีอัตราการสูญเสียดินลดลง 67.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าการสูญเสียดินก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

5.1.2 การประเมินระดับความพึงพอใจของเกษตรกรด้วยแบบสอบถาม พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ประเด็นระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตรงต่อความต้องการ ความคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ในอนาคต ได้รับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อความต้องการของเกษตรกร เจ้าหน้าที่มีความระมัดระวัง รอบคอบ พูดจาสุภาพ เป็นกันเอง และยิ้มแย้มแจ่มใส และระยะเวลาในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อสถานการณ์ และมีความพึงพอใจในระดับมาก ในประเด็นรักษาน้ำและความชื้นในดิน เจ้าหน้าที่มีความชัดเจนในการอธิบาย ชี้แจง เสนอแนะ รักษาความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืช สามารถแก้ไขปัญหาเสี่ยงภัยดินถล่ม เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเสมอภาค และช่วยลดการชะล้างหน้าดิน เกษตรกรมีความรู้สึกว่า การใช้ที่ดินในปัจจุบันเมื่อเทียบกับเมื่อ 5-10 ปีก่อนเข้าร่วมโครงการ ทำให้ปลูกไม้ผลได้ดีขึ้น ลดการถล่มของดิน กักเก็บน้ำไว้ไม่ให้ไหลเร็ว เดินเก็บผลผลิต พ่นยา และใส่ปุ๋ยได้ง่ายขึ้น ดินมีความชุ่มชื้น และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าโครงการนี้มีความเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและเป็นที่ต้องการของเกษตรกรอย่างมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรให้มีการเก็บข้อมูลตัวแปรตามสมการการสูญเสียดินสากล ได้แก่ ค่า R และ C เพิ่มเติม เพื่อให้สามารถประเมินการสูญเสียดินได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรมีการเก็บประเมินตะกอนดินเพื่อประเมินมูลค่าการสูญเสียดินเปรียบเทียบกับราคาปุ๋ยเคมีหรือมูลค่ามาตรการป้องกันดินถล่ม

5.2.3 ควรมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ เว็บไซต์ เป็นต้น ในด้านการแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินแก่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

5.2.4 ควรมีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีพืช เข้าร่วมในการแก้ปัญหา เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียน เป็นต้น

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.3.1 เกษตรกรได้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น และลดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

5.3.2 เกษตรกรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง

5.3.3 เกษตรกรสามารถนำมาตราการอนุรักษ์ดินและน้ำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ตนเองได้

5.3.4 เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2524. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2531. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2543. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. **การอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการเกษตร.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2545. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **รายงานจัดการทรัพยากรดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจหลักตามกลุ่มชุดดิน เล่มที่ 2 ดินบนพื้นที่ดอน.** 645 หน้า

_____. 2551. **คู่มือคำอธิบายเรียงมาตราพระราชบัญญัติพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2551 พร้อมกฎกระทรวง (ร่าง) ระเบียบ ประกาศ และคำสั่งที่เกี่ยวข้อง.** 137 หน้า.

_____. 2553. **คู่มือการพัฒนาที่ดิน สำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร.** 236 หน้า.

_____. 2556. **การชะล้างพังทลายของดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำ: ชุดองค์ความรู้กึ่งศตวรรษพัฒนาที่ดิน.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2558. **สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรธรณี. 2554. **แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน จังหวัดน่าน.** 87 หน้า.

_____. 2556. **แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน.** 101 หน้า.

เกษม จันทรแกว. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทรแกว และ จรินทร นาคศิริ. 2519. **สมรรถนะการซึมน้ำผานผิวดินของปาดิบเขาดอยปุย เชียงใหม.** จัดการลุมน้ำหวยคอกมา เลมที่ 25. 41 หน้า.

กลุ่มวางแผนการใช้ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่นดินเขต 7. 2559. **ส่วนมาตรฐานการสำรวจดินและที่ดินในพื้นที่ สพข.7.** 35 หน้า.

คณาจารยภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องตน.** พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, กรุงเทพฯ.

จารุชาติ ปราชญนคร และ วารินทร จีรสุขทวีกุล. 2540. **การหาสมรรถนะการซึมน้ำผานผิวดินของพื้นที่การ ใชประโยชนรูปแบบตางๆ ในพื้นที่ลุมน้ำหวยทรายขาว อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช.** กลุมลุมน้ำ สำนักวิชาการการปาไม กรมปาไม. 41 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันทย์, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, สุเทพ ทองแพ, สมชาย กรีฑาภิรมณ์ และ ปรีเนียม ทองแพ. 2546. **คู่มือชุดตรวจสอบความเป็นกรดเป็นด่างของดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 25 หน้า

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. **การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน.** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ ตั้งธรรม. 2542. **อุทกวิทยาดินลุ่มน้ำ.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. **แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Mathematical Models of Soil Erosion and Sediment Pollution in Watershed).** ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ผการัตน รัฐเขตต. 2535. **ดินปาไม.** ภาควิชาปฐพีศาสตร คณะเกษตรศาสตร มหาวิทยาลัยขอนแกน.

พิทยากร ลิ่มทอง. 2553. การชะล้างพังทลายของดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำ, น.12-40. *ใน* กรมพัฒนาที่ดิน. **คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐ การอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน.** ม.ป.ท., กรุงเทพฯ.

พีรชัย กุลชัย. 2537. **ผลของการใชที่ดินประเภทตางๆ ตอสมรรถนะการซึมน้ำผานผิวดินบริเวณ สถานีวิจัยเพื่อรักษาตนน้ำหวยหินดาด จังหวัดระยอง.** วิทยานิพนธปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

มนู ศรีขจร. 2529. **การชะล้างพังทลายของดินและแนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำ.** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์, กิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกียรติ์ และ อรรถ สมร่าง. 2547. **แบบจำลองการชะล้างพังทลายของดิน Soil Erosion Modeling.** กลุ่มวิจัยการจัดการการดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิโรจ อิ่มพิทักษ์. 2532. **การจัดการดิน เล่ม 2.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภโชค พัฒน์เย็น. 2542. **โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบท่อระบายน้ำแบบรวม "PIPE2.1" บนวินโดวส์.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ. 2555. **สถิติภูมิอากาศ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดน่าน.** แหล่งที่มา: http://www.cmmet.tmd.go.th/index1.php, 25 เมษายน 2555.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่ม 2: หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล, อัศมน ลิ่มสกุล และ ทวีวงค์ ศรีบุรี. 2553. **โครงการการประเมินสภาวะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การวิเคราะห์ความเสี่ยง และความล่อแหลมของพื้นที่วิกฤติ ระยะที่ 1: การประเมินสภาวะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศ และพื้นที่วิกฤติของประเทศไทย.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. 2561. **หญ้าแฝกเฉลิมพระเกียรติ.** แหล่งที่มา: https://www.ldd.go.th/link_vetiver/index.htm, 13 กันยายน 2561.

อารียา ฤทธิมา, คุณากร เปี่ยมฟ้า, ณัฏฐ์ อู่ไทย และ อรรคเดช จันทรมานะ. 2556. การปรับปรุงการวิเคราะห์ฝนออกแบบของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลาง. **วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา** ปีที่ 24 (4): 28-38.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2004. **Elements of the Nature and Properties of Soils.** Prentice Hall, New Jersey. 606 pp.

O'Neal, A. M. 1952. A key for evaluating soil permeability by means of certain field clues. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.** 16: 312-315.

Soil Survey Staff. 2014. in press. **Keys to soil taxonomy.** 12th ed. GPO, Washington, DC.

Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau and the Chinese Soil and Water Conservation Society. 1995. **Soil Conservation Handbook** (translated from English). n.p.

Varnes, D. J. 1975. Slope Movements in The Western United States, in Mass Wastion: **Geoabstracts**. Norwich: 1-17

Viessman, Jr., W. and G.L. Lewis. 1995. **Introduction to hydrology,** Fourth Edition, Harper Collins.

Ward, A. and J.E. William. 1995. **Environmental Hydrology.** Lewis Publishers. New York.

Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1965. **Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains.** USDA, Agricultural Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

_____. 1978. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning.** USDA, Agricultural Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.

Wischmeier, W. H., C. B. Johnson, and B. V. Cross. 1971. A soil credibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation** 26: 189-193.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาคผนวก

ค่าวิเคราะห์ดิน

ค่าวิเคราะห์ดินในที่นี้เป็นค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชทั้งโดยตรงและโดยอ้อม

1. อินทรียวัตถุ (Organic Matter : OM) ใช้คำนวณหาปริมาณของธาตุไนโตรเจนในดิน ซึ่งสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้น ยอดอ่อน ใบ และกิ่งก้านกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งจะช่วยให้พืชตั้งตัวและแข็งแรงในระยะแรก โดยในอินทรียวัตถุจะมีไนโตรเจนอยู่ทั้งหมดร้อยละ 5 และจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชร้อยละ 2-4 นอกจากนี้ยังช่วยในการคาดคะเนความสามารถของดินในการดูดซับน้ำ ดูดยึดธาตุอาหาร

2. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus : P) ช่วยการเจริญเติบโตของรากแขนงและรากฝอยในระยะแรก ช่วยในการออกดอก ให้ดอก ผล เมล็ดที่สมบูรณ์ ช่วยรากพืชดูดซึมโพแทสเซียมได้มากขึ้น พืชที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสจะมีต้นเล็ก แคระแกร็น ใบเล็ก เหลือง ใบล่างเริ่มมีสีม่วง ดอกผลน้อย รากไม่เจริญ

3. โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium : K) ช่วยให้ผลผลิตของพืชมีคุณภาพดี ทั้งพืชใบและผลไม้ พืชแข็งแรง ต้านทานโรค

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงระดับสมบัติทางเคมีของดิน

ระดับ	% อินทรียวัตถุ	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)	โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.)
สูง	มากกว่า 3.5	มากกว่า 25	มากกว่า 90
ปานกลาง	1.5-3.5	10-25	60-90
ต่ำ	น้อยกว่า 1.5	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 60

4. ค่าพีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน จะควบคุมการละลายธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมีพีเอชไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินบางชนิดจะละลายออกมาน้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือธาตุอาหารบางชนิดจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืช พืชแต่ละชนิดชอบที่จะเจริญเติบโตในดินที่มีช่วงพีเอชต่าง ๆ กัน สำหรับพืชทั่ว ๆ ไป มักจะเจริญเติบโตในช่วงพีเอช 6-7 ค่าพีเอชของดินยังควบคุมการเจริญเติบโตและการทำหน้าที่ของจุลินทรีย์ดินด้วย

ตารางภาคผนวกที่ 2 ระดับค่าพีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

<3.5	3.5-4.0	4.5-5.0	5.1-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.3	7.4-7.8	7.9-8.4	8.5-9.0	>9.0
กรดรุนแรงมากที่สุด	กรดรุนแรงมาก	กรดจัดมาก	กรดจัด	กรดปานกลาง	กรดเล็กน้อย	เป็นกลาง	ด่างเล็กน้อย	ด่างปานกลาง	ด่างจัด	ด่างจัดมาก

5. ความต้องการปูน (Lime requirement : LR) เป็นค่าปริมาณของปูนที่ใช้ในการปรับค่าพีเอชของดินให้มีค่าประมาณ 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่ละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าโดยประมาณความต้องการปริมาณหินปูนบดละเอียดหรือแคลเซียมคาร์บอเนต และนำไปใช้ในการปรับค่าพีเอชของดินให้เหมาะสมสำหรับการปลูกพืช โดยพิจารณาจากค่าพีเอชเดิม

ค่า pH เดิมของดิน	กิโลกรัมต่อไร่ ของหินปูนบดละเอียด			
	ดินทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนดินเหนียวและดินเหนียว
5.0	200	300	400	500
4.8	570	590	690	840
4.6	620	600	800	970
4.5	700	800	1,000	1,100
4.4	730	800	1,100	1,200
4.2	890	1,000	1,400	1,600
4.0	1,100	1,300	1,800	2,100
3.8	1,400	1,700	2,100	2,800
3.5	1,600	2,000	2,500	3,000
3.0	2,200	2,800	3,200	4,000

ที่มา : วิโรจ (2532) ทัศนีและคณะ (2546)

ปูนที่ใช้ในการเกษตรมีหลายชนิด เช่น หินปูนบด ปูนขาว หินปูนเผา ปูนโดโลไมต์ และปูนมาร์ล การใส่ปูนชนิดอื่น ๆ จึงต้องเทียบค่าฤทธิ์ความเป็นด่างของปูนกับแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ เพื่อจะได้ใส่ปูนอื่น ๆ ได้ ในอัตราที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ดังตารางภาคผนวกที่ 4

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปรียบเทียบฤทธิ์ด่างของปูนชนิดต่าง ๆ กับแคลเซียมคาร์บอเนต

ชนิดปูน 100 กก.	เทียบเท่าแคลเซียมคาร์บอเนต (กก.)
ปูนขาว	134
หินปูนเผา	178
ปูนโดโลไมต์	108
ปูนมาร์ล	45-80 (ขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปน)

ที่มา : Brady และ Weil (2004)

แบบสัมภาษณ์สำหรับงานวิชาการ

เรื่อง ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่ม บ้านนาหมัน หมู่ที่ 4 ตำบลแม่จริม อำเภอแม่จริม จังหวัดน่าน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร

1.1 ปัจจัยสภาพส่วนบุคคล

1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง

2. อายุ..... ปี

3. ระดับการศึกษาขั้นสูงสุด

☐ 1) ไม่ได้เรียนหนังสือ ☐ 2) ประถมศึกษาปีที่ 4
☐ 3) ประถมศึกษาปีที่ 6 ☐ 4) มัธยมศึกษาตอนต้นหรือเทียบเท่า
☐ 5) มัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า (ปวช.)
☐ 6) อนุปริญญาหรือเทียบเท่า (ปวส.)
☐ 7) ปริญญาตรี
☐ 8) ปริญญาโทหรือสูงกว่า

4. ประสบการณ์ทำการเกษตรในเขต สปก.

☐ น้อยกว่า 10 ปี
☐ 10-20 ปี
☐ มากกว่า 20 ปี

1.2 ปัจจัยสภาพเศรษฐกิจ

1. ปริมาณผลผลิตของครัวเรือนในปี 2561 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) ทำนา.....กิโลกรัม/ไร่ ☐ 5) ประมง.....กิโลกรัม/ไร่

☐ 2) ทำไร่.....กิโลกรัม/ไร่ ☐ 6) ปศุสัตว์.....กิโลกรัม/ไร่

☐ 3) ไม้ผล.....กิโลกรัม/ไร่ ☐ 7) อื่นๆ.....กิโลกรัม/ไร่

☐ 4) พืชผัก.....กิโลกรัม/ไร่

2. ปริมาณผลผลิตรวมของครัวเรือน.....กิโลกรัม/ปี

3. รายได้ของครัวเรือนจากภาคการเกษตรในปี 2561 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) ทำนา.....บาท/ไร่ ☐ 5) ประมง.....บาท/ไร่

☐ 2) ทำไร่.....บาท/ไร่ ☐ 6) ปศุสัตว์.....บาท/ไร่

☐ 3) ไม้ผล.....บาท/ไร่ ☐ 7) อื่นๆ.....บาท/ไร่

☐ 4) พืชผัก.....บาท/ไร่

4. รายได้รวมของครัวเรือนจากภาคการเกษตร.....บาท/ปี

5. ต้นทุนการผลิตของครัวเรือนจากภาคการเกษตรในปี 2561 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) ทำนา.....บาท ☐ 5) ประมง.....บาท

☐ 2) ทำไร่.....บาท ☐ 6) ปศุสัตว์.....บาท

☐ 3) ไม้ผล.....บาท ☐ 7) อื่นๆ.....บาท

☐ 4) พืชผัก.....บาท

6. จำนวนพื้นที่ทำการเกษตรในปี 2561 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) ทำนา.....ไร่ ☐ 5) ประมง.....ไร่

☐ 2) ทำไร่.....ไร่ ☐ 6) ปศุสัตว์.....ไร่

☐ 3) ไม้ผล.....ไร่ ☐ 7) อื่นๆ.....ไร่

☐ 4) พืชผัก.....ไร่

7. รวมพื้นที่ภาคการเกษตรทั้งหมดในปี 2561 .....ไร่

8. ต้นทุนการผลิตรวมของครัวเรือนจากภาคการเกษตร.....บาท/ปี .....บาท/ไร่

9. จำนวนแรงงานทำการเกษตรในครัวเรือน.....คน

10. การถือครองที่ดินทางการเกษตร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) เป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ จำนวน.....ไร่
☐ 2) พื้นที่เช่า จำนวน.....ไร่
☐ 3) พื้นที่บุคคลอื่นให้ทำกินเปล่า จำนวน.....ไร่

11. รวมพื้นที่ถือครองทางการเกษตรทั้งหมด.....ไร่

1.3 ปัจจัยสภาพสังคม

1. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) อายุต่ำกว่า 12 ปี.....คน ☐ 2) อายุ 12 – 18 ปี.....คน
☐ 3) อายุ 18 – 60 ปี.....คน ☐ 4) อายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป.....คน

2. สภาพการเป็นผู้นำ

☐ 1) ไม่เป็น
☐ 2) เป็น
☐ 2.1) กำนัน ☐ 2.2) ผู้ใหญ่บ้าน
☐ 2.3) ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน ☐ 2.4) สมาชิก อบต.
☐ 2.5) ประธานกลุ่มเกษตรอินทรีย์ฯ ☐ 2.6) หมอดินอาสา

1.4 ความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ต่อระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ
(ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย =2 , น้อยที่สุด = 1)

ประเด็น	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำตรงต่อความต้องการของท่าน					
2. ได้รับระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทันต่อความต้องการของท่าน					
3. ระยะเวลาในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำทันต่อสถานการณ์					
4. สามารถแก้ไขปัญหาเสี่ยงภัยดินถล่ม					
5. ช่วยลดการชะล้างหน้าดิน					
6. รักษาความอุดมสมบูรณ์ และธาตุอาหารพืช					
7. รักษาน้ำและความชื้นในดิน					
8. ความคาดหวังว่าจะได้ประโยชน์ในอนาคต					
9. เจ้าหน้าที่มีความชัดเจนในการอธิบาย ชี้แจง เสนอแนะ					
10.เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเสมอภาค					
11.เจ้าหน้าที่มีความระมัดระวัง รอบคอบ พูดจาสุภาพ เป็นกันเอง และยิ้มแย้มแจ่มใส					

1.6 การใช้ที่ดินในปัจจุบัน เทียบกับเมื่อ 5-10 ปี ที่แล้ว มีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

1.7 ข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

.....

.....

.....

************ขอขอบพระคุณท่านเกษตรกรที่ให้ความร่วมมือ************

ภาพภาคผนวกที่ 1 คณะกรรมการสำรวจออกแบบล่วงหน้า สำรวจสภาพพื้นที่จริง เพื่อออกแบบงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพภาคผนวกที่ 2 ภาพกิจรรมการดำเนินงาน (a) ประชุมชี้แจง ทำความเข้าใจกับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ (b) เก็บตัวอย่างดินก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพภาคผนวกที่ 3 สภาพพื้นที่ก่อนดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพภาคผนวกที่ 4 การทำแนวระดับ โดยใช้กล้องส่องระดับ ระยะห่างในแนวดิ่ง (VI = 6 เมตร)

ภาพภาคผนวกที่ 5 (a) การก่อสร้างคูรับน้ำขอบเขา แบบที่ 6 โดยใช้แรงงานคนขุด (b) ลักษณะคูรับน้ำขอบเขา เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ความกว้าง 1.50 เมตร ความลึกของดินตัด 0.50 เมตร

ภาพภาคผนวกที่ 6 การวางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก เพื่อระบายน้ำในพื้นที่

ภาพภาคผนวกที่ 7 การก่อสร้างทางลำเลียงในไร่นา รถไถตัดหน้าดินเดิมออก

ภาพภาคผนวกที่ 8 (a) การปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล ร่วมกับหญ้าแฝก บนคูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) (b) การตัดใบหญ้าแฝก คลุมโคนต้น เมื่ออายุแฝก อายุ 3 เดือน

ภาพภาคผนวกที่ 9 การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น (a) รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยหมัก และหินฟอสเฟต- (b) รูปแบบการปลูกตามแนวคันดิน

ภาพภาคผนวกที่ 10 งานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (a) ป้ายโครงการ (b) คูรับน้ำขอบเขา (คันดินแบบที่ 6) และทางลำเลียงในไร่นา

ภาพภาคผนวกที่ 11 สอบถามความพึงพอใจของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน