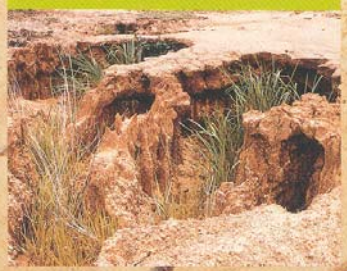
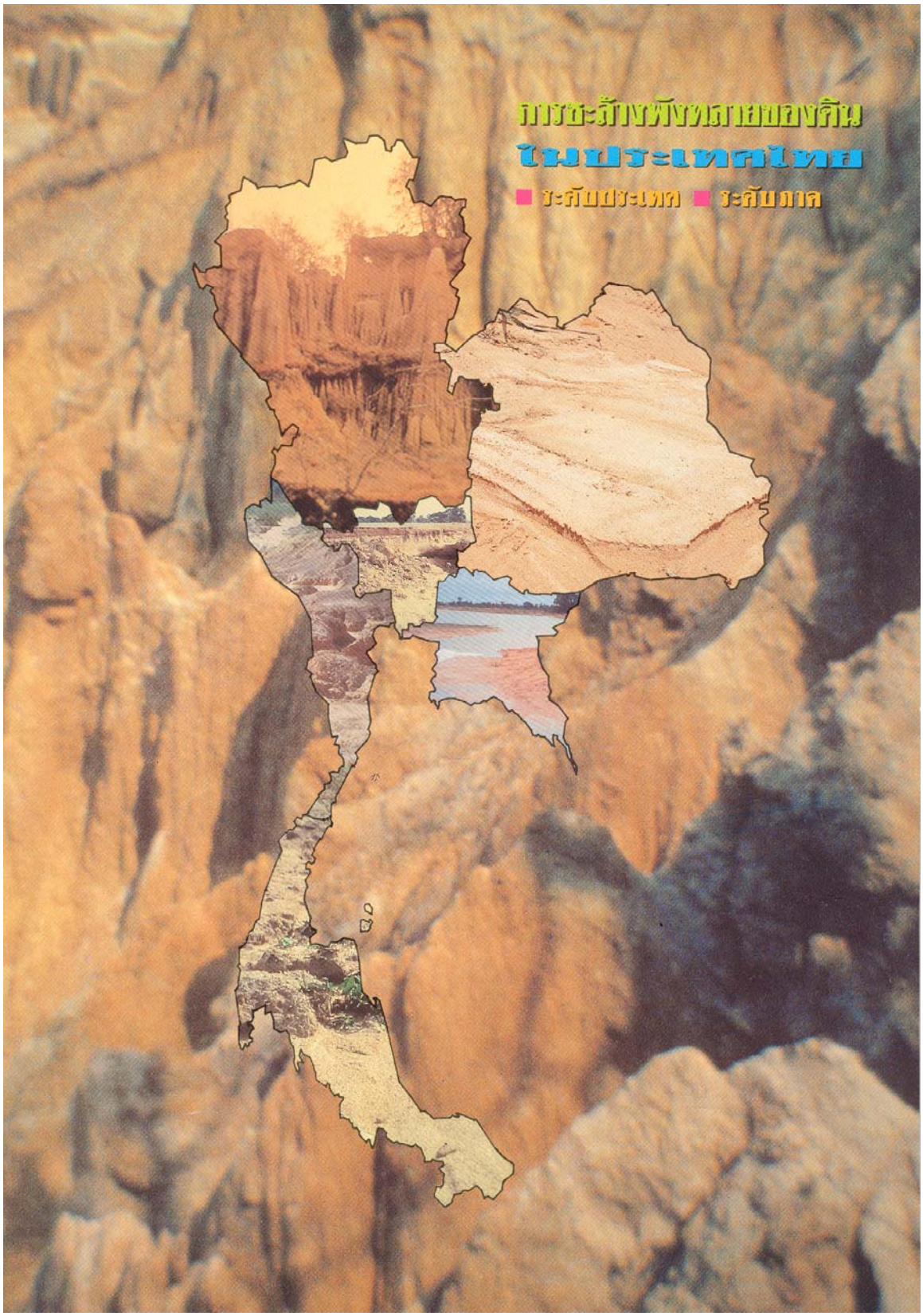
การชะล้างพังทลายของดิน

ในประเทศไทย

- ระดับประเทศ
- ระดับภาค



กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กุมภาพันธ์ 2543


การชะล้างพังทลายของดิน
ในประเทศไทย
ระดับประเทศ
ระดับภาค

การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กุมภาพันธ์ 2543

ISBN: 974-7723-79-4

การวางแผนเพื่อให้บริการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่ เป็นหน้าที่สำคัญประการหนึ่งของกรมพัฒนาที่ดิน ดังนั้นระบบข้อมูลและแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยที่มีความทันสมัยและเป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กรมพัฒนาที่ดิน ในฐานะที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการวางแผนและป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ตระหนักถึงภาระหน้าที่อันสำคัญดังกล่าว จึงให้มีการศึกษาจัดทำข้อมูลการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และมีมาตรฐานสำหรับการใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งเพื่อการเผยแพร่ข้อมูลให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

ความสำเร็จในการจัดทำข้อมูลและแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ระดับประเทศและระดับภาคฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากคณะกลุ่มบุคคลหลายสาขาในกรมพัฒนาที่ดิน โดยเฉพาะคณะทำงานจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ระยะที่ 1 (ระดับประเทศ และระดับภาค) ซึ่งมีบทบาทอย่างมากที่ทำให้ข้อมูลด้านแผนที่และรายงานเป็นรูปเล่มได้อย่างสมบูรณ์ ผมในฐานะผู้บริหารที่รับผิดชอบงานดังกล่าวจึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ นอกจากกลุ่มบุคคลดังกล่าวแล้ว ผมขอขอบคุณสถาบันสิ่งแวดล้อมไทยที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลเส้นความสูง กรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำฝน ดร.เมธี เอกะสิงห์ ดร.ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ และอาจารย์พนมศักดิ์ พรหมบุรมย์ ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและสาธิตการประยุกต์ระบบงานด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และคุณพิษณุ อัตถวิโรจน์ ที่ปรึกษาด้านงานหมอดินและโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำภาคตะวันออก ที่ให้คำแนะนำทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานดังกล่าว

(นายไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์)
รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
แนวทางการดำเนินงาน	2
วิธีดำเนินการ	4
การประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน	4
การประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน	9
การประเมินค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่	14
การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช	19
การประเมินค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน	20
การคำนวณค่าการสูญเสียดิน	24
การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	27
ผลการศึกษา	29
ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคกลาง	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันออก	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันตก	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคเหนือ	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ภาคใต้	

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ฐานข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดชัยนาท	5
ตารางที่ 2	ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	10
ตารางที่ 3	ค่า K ของกลุ่มชุดดินจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย	12
ตารางที่ 4	ค่า K ของหน่วยธรณีวิทยาจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย	12
ตารางที่ 5	ค่าความยาวของความลาดเท (λ) ที่ใช้กับชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	17
ตารางที่ 6	ค่าเปอร์เซ็นต์ความชันที่ใช้เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	18
ตารางที่ 7	ค่าปัจจัยรวม LS-factor ของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	19
ตารางที่ 8	การกำหนดค่า C-factor และ P-factor สำหรับหน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน 1:50,000	21
ตารางที่ 9	ค่า C และ P factor ประเมินตามกลุ่มพืชและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆตามภูมิภาค	24
ตารางที่ 10	การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	28
ตารางที่ 11	แสดงเนื้อที่การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินรายภูมิภาคและประเทศ	31

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	แสดงภาพเส้นน้ำฝนของภาคกลาง	6
ภาพที่ 2	การสร้างฐานข้อมูลระบบ GIS ของภาพเส้นปริมาณฝน	7
ภาพที่ 3	ค่าปริมาณฝนหลังจากกระจายค่าลงในทุก Pixel แล้ว	7
ภาพที่ 4	แสดงค่า R-factor ในแต่ละ Pixel	8
ภาพที่ 5	แสดงค่าปริมาณฝนเมื่อคำนวณเป็นค่า R-factor	8
ภาพที่ 6	แผนภาพ Nomograph สำหรับประเมินค่า K	9

คำนำ

กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหลักของประเทศที่ดำเนินการทางวิชาการด้านการศึกษาวิเคราะห์วิจัยเกี่ยวกับดินและที่ดิน เพื่อพัฒนาที่ดินให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน โดยในเรื่องการกำหนดนโยบายการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินด้วยวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ให้ความสำคัญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างมาก เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากการใช้ที่ดินเพื่อกิจการต่าง ๆ ในปีหนึ่ง ๆ นั้น ได้ก่อให้เกิดความสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง นับตั้งแต่การสูญเสียหน้าดินที่มีธาตุอาหารและอินทรียวัตถุ ตลอดจนทำให้โครงสร้างของดินเสื่อมโทรมลง เป็นผลให้ไม่สามารถทำการเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นตะกอนของดินที่ถูกชะล้างและถูกพัดพาไปทับถมในแม่น้ำลำธารสายต่าง ๆ จนตื้นเขินไม่สามารถจะใช้เก็บกักน้ำได้ตามความต้องการ ความเสียหายของการชะล้างพังทลายของดินดังกล่าวนี้มีผลต่อเนื่องไปถึงเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างยิ่ง

นับตั้งแต่ปี 2506 เป็นต้นมา กรมพัฒนาที่ดินได้เริ่มการศึกษาในด้านการชะล้างพังทลายของดินแต่ไม่มากนัก ทั้ง ๆที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญที่สุดในการอนุรักษ์ดินและน้ำ จนถึงในปี 2524 ก็ได้มีการศึกษาและจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในระดับประเทศ โดยนำเสนอข้อมูลในรูปรายงานและแผนที่ เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบการจัดทำแผนแม่บทของกรมพัฒนาที่ดิน แต่ยังคงเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นในระดับประเทศและไม่เป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลังจากนั้นก็มีหลายหน่วยงานในกรมพัฒนาที่ดินศึกษาในด้านการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อการใช้ประโยชน์ตามความต้องการของแต่ละหน่วยงาน จึงมีความหลากหลายของข้อมูล กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายให้มีการศึกษาจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลเชิงตัวเลขและเชิงแผนที่ที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างหน่วยงานทั้งในระดับประเทศ มาตราส่วน 1:1,000,000 และระดับภาค มาตราส่วน 1:500,000 ให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้เป็นระบบที่มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำในระดับประเทศ และระดับภาค รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาประเทศโดยรวม ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาให้ทราบถึง สภาพและความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ทั้งระดับประเทศและระดับภาค
2. เพื่อจัดทำข้อมูลและแผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับเป็นมาตรฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
3. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายการดำเนินงานของกรมพัฒนาที่ดิน และของประเทศในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน
4. เพื่อเป็นการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดินแก่ผู้สนใจ

แนวทางการดำเนินงาน

แนวทางในการศึกษาและประเมินค่าการสูญเสียดินมีหลายวิธีด้วยกัน หนึ่งในหลายวิธี คือ การศึกษาจากสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE) สมการนี้มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้คิดคำนวณค่าการสูญเสียดิน ปัจจัยเหล่านี้มีค่าเป็นตัวเลข ซึ่งคำนวณจากแปลงทดลอง ยาว 72.6 ฟุต บนพื้นที่ลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเท แล้วปล่อยไว้ว่างเปล่า สมการนี้พัฒนามาจากการวิเคราะห์ทางสถิติมากกว่า 10,000 แปลงต่อปี เป็นวิธีการที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเวลานาน และกรมพัฒนาที่ดินได้นำวิธีการนี้มาศึกษาและใช้ประโยชน์ในประเทศไทยเป็นระยะเวลาอันสมควร วิธีการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินดังกล่าว เป็นแนวทางที่คณะทำงานฯ นำมาใช้ในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE)

สมการการสูญเสียดินสากลได้พัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 โดยกรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture : USDA) และในปี ค.ศ. 1978 Wischmeier and Smith ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่โดยมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

$$A = RKLSCP$$

A เป็นค่าการสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่ ซึ่งได้จากการคำนวณโดยการคูณค่าปัจจัยต่าง ๆ 6 ปัจจัย ค่านี้เป็นการประเมินค่าเฉลี่ยรายปีของการชะล้างพังทลายของช่องว่างระหว่างร่องริ้ว (Inter rill) กับร่องริ้ว (rill) จากพายุฝน (rain storms) สำหรับพื้นที่ดอน (fieldsized upland areas) ค่านี้โดยทั่วไปไม่รวมการชะล้างพังทลายจากร่องลึก (gullies) ริมฝั่งน้ำ (stream bank) การละลายของหิมะ (snow melt) หรือการพังทลายจากลม แต่ค่า A นี้จะรวมตะกอนดินที่ถูกพัดพามาก่อนที่จะถึงตอนล่างของลำน้ำ (down slope stream) หรือในอ่างที่เก็บกักน้ำ (reservoir)

R เป็นค่าที่รวมทั้งปัจจัยของน้ำฝนและการไหลบ่า (rainfall and runoff erosivity factor) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง ตามปกติค่า R นี้จะเป็นค่าแสดงความหมายถึงค่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย (erosion index units)

K เป็นค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor) เป็นค่าเฉพาะแต่ละชั้นของดิน (soil horizon) ค่า K เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงการสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่ต่อหน่วยแปลงทดลองของ R (หน่วยแปลงทดลอง คือแปลงทดลองมีขนาดความยาว 72.6 ฟุต ซึ่งมีความลาดเทสม่ำเสมอ 9% ปล่อยดินไว้ว่างเปล่าตลอดเวลา และมีการไถพรวนดินเท่าที่จำเป็น) การเลือกขนาดของแปลง 72.6 ฟุต เป็นเพราะว่าแรกเริ่มการศึกษาและวิจัยการชะล้างพังทลายเกือบทั้งในสหรัฐอเมริกามีขนาดของแปลงยาว 72.6 ฟุต และมีความลาดเทเกือบจะ 9 เปอร์เซ็นต์ การที่ปล่อยดินไว้ว่างเปล่า ก็เป็นเพราะว่าต้องการประเมินค่าการสูญเสียดินจากสภาวะใดสภาวะหนึ่งของแปลงทดลองในพื้นที่เกษตร โดยไม่มีอิทธิพลของเศษเหลือของพืช การจัดการเกี่ยวกับพืช ซึ่งจะทำให้ค่าการสูญเสียดินแต่ละสถานที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

L เป็นค่าของปัจจัยความยาวของความลาดเท (slope length factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย (เป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ความยาวของความลาดเทที่แท้จริง) L เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดิน เนื่องจากความยาวของความลาดเทที่แท้จริง กับความยาว 72.6 ฟุต ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขอันเดียวกัน

S ปัจจัยความชันของความลาดเท (slope steepness factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย (เป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ความชันของความลาดเทที่แท้จริง) S เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันที่แท้จริงกับความชัน 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

C เป็นค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย ค่า C เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่ กับพื้นที่ที่ถูกไถพรวนที่ปราศจากพืชคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

P เป็นค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย (conservation practice) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย ค่า P เป็นค่าที่แสดงความหมายถึง อัตราส่วนระหว่างการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์แบบต่าง ๆ เช่น ทำแนวคันดิน (contouring) การปลูกพืชเป็นแถบ (strip cropping) หรือการทำขั้นบันได (terracing) กับการเพาะปลูกขึ้นลงตามความลาดเท

สมการการสูญเสียดินสากลได้เริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1965 ได้มีการปรับปรุงแก้ไขกันอยู่ตลอดเวลาจน ปี ค.ศ. 1978 โดยปรับปรุงการประเมินค่าตัวแปรต่าง ๆ ให้ได้ใช้ประโยชน์ของสมการนี้ได้กว้างขวางมากขึ้น สามารถนำไปใช้ในการทำนายการเกิดการพังทลายของดินในบริเวณอื่นนอกจากพื้นที่เพาะปลูก เช่น บริเวณก่อสร้าง ทุ่งหญ้า สวนป่า เป็นต้น (สมเจตน์ 2526)

ความถูกต้องของการใช้สมการเพื่อคาดคะเนการสูญเสียดินได้ดีนั้น ก็ต่อเมื่อเป็นดินที่มีเนื้อดินปานกลาง (medium texture soil) อยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 3 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของความลาดเทไม่เกิน 400 ฟุต ตลอดจนมีการปลูกพืชและมีการจัดการคล้ายกับแปลงทดลองการสูญเสียดินซึ่งเป็นรากฐานในการสร้างสมการนี้ อีกประการหนึ่งสมการนี้ คาดคะเนการสูญเสียดินเฉลี่ยระยะยาวมากกว่าเป็นค่าของปีใดปีหนึ่งโดยเฉพาะ นอกจากนี้ ความถูกต้องในการคำนวณการสูญเสียดินเฉลี่ยบนพื้นที่ขนาดใหญ่ ยังขึ้นอยู่กับการเลือกค่าของปัจจัยซึ่งต้องมีสภาพกายภาพและการจัดการว่าถูกต้องมากน้อยเพียงไรบนดินที่มีการประเมินค่าปัจจัยต่าง ๆ สำหรับบริเวณนั้น (สมเจตน์ 2526)

USLE ได้ใช้กันอย่างกว้างขวางมากในการวางแผนอนุรักษ์ดินที่ใช้ชนิดของพืชปลูกช่วยในการปรับปรุงและบำรุงดิน ซึ่งสมการดังกล่าวก็สามารถใช้ประมาณการชะล้างพังทลายของดินรายปีได้ดีเป็นที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามเมื่อใช้สมการดังกล่าวในการกำหนดมาตรการหรือตำแหน่งที่จะต้องทำการป้องกันการพัดพาหรือการเคลื่อนย้ายตะกอน จำเป็นต้องคำนวณปริมาณการสูญเสียดินเป็นครั้ง ๆ ที่ฝนตก ค่าที่ได้จากการใช้ USLE มักผิดไปจากที่วัดได้จริงอยู่มาก (นิพนธ์ 2527)

วิธีดำเนินการ

การประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

(Rainfall Erosivity Factor , R – factor)

ฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตมรสุม ซึ่งการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ ทำให้ความรุนแรงของฝนที่ตกลงมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ มีความแตกต่างกันไป เป็นผลให้ปริมาณการถูกชะล้างพังทลายของดินมีมากน้อยต่างกันไปด้วย

ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R–factor) เป็นค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวหน้าดินกับปริมาณความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่ง Wischmeier และ Smith ได้สร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาในปี ค.ศ. 1958 (Takagi, 1994) คือ

$$E = 916 + 331 \log 10 I$$

เมื่อ E เป็นพลังงานจลน์ของฝนต่อหนึ่งหน่วย (ฟุตตัน/เอเคอร์/นิ้ว)

I เป็นความหนาแน่นของฝน (นิ้ว/ชั่วโมง)

เนื่องจากหน่วยวัดของสมการมีใช้กันหลายรูปแบบ จึงทำให้สมการแตกต่างกันไปอาทิเช่น

$$E = 11.9 + 8.73 \log 10 I$$

เมื่อ E มีหน่วยวัดเป็น จูลน์/ตารางเมตร/มิลลิเมตร

I มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/ชั่วโมง

สมการหาค่าพลังงานจลน์นี้จะใช้ได้ดีเมื่อ ความหนาแน่นของฝน มีค่าน้อยกว่า 7.6 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากพบว่าขนาดของเม็ดฝนจะไม่ใหญ่ขึ้นอีก เมื่อความหนาแน่นของฝนมากกว่าหรือเท่ากับ 7.6 เซนติเมตร/ชั่วโมง และในปี ค.ศ. 1959 Wischmeier พบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างจากแปลงทดลองว่างเปล่า (ไม่ปลูกพืช) มีความสัมพันธ์สูงมากกับค่าสะสมของพลังงานจลน์ฝนสูงสุด คือ ช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า EI_{30} และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่า R – factor เมื่อถูกกำหนดเป็นปัจจัยหนึ่งของสมการการสูญเสียดินสากล แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้คิดค่าพลังงานจลน์ของฝนออกไปเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ที่มากกว่า 30 นาที เช่น KE > 1 ของ Hudson จึงทำให้รูปแบบของสมการหาค่า R – factor เปลี่ยนตามไปด้วย (Takagi, 1994)

สำหรับประเทศไทย มนู และคณะ (1984) ได้สร้างสมการเพื่อใช้ประเมินค่า R – factor นี้ขึ้นมาหลายสมการ มีทั้ง จากค่า EI_{30} และ KE > 1 แต่ที่นำมาใช้ครั้งนี้เป็นค่าที่หามาจากค่า EI_{30} เพราะเป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ คือ

$$R = 0.4669 X - 12.1415$$

เมื่อ R เป็นค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (เมตริกตัน/เฮกแตร์/ปี)

X เป็นค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร/ปี)

การสร้างชั้นข้อมูลค่า R– factor เพื่อใช้ในสมการสูญเสียดินสากล (USLE) นั้น Renard และคณะ (1997) แนะแนวทางการประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ณ จุดใดจุดหนึ่งจากแผนที่

Isoerodent โดยวิธีการทำ Linear Interpolation. ซึ่งเป็นการวิธีทางสถิติเข้ามาช่วยกำหนดการกระจายค่าปริมาณฝนจากเส้น Isoerodent ทุก ๆ เส้นลงบน Pixel ของแผนที่ Isoerodent นั้น

วิธีสร้างชั้นข้อมูลปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R-factor Layer)

การสร้างชั้นข้อมูลปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ซึ่งในที่นี้จะใช้พื้นที่ภาคกลางเป็นตัวอย่าง มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนในแต่ละสถานี ย้อนหลัง 30 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 324 สถานีใน 18 จังหวัด หาค่าเฉลี่ยเป็นปริมาณฝนรายปี

2) การสร้างตารางข้อมูลฝน

ทำการสร้างตารางเพื่อใช้บันทึกข้อมูลฝนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Excel ประกอบด้วย 5 สดมภ์ (Column) คือ

สดมภ์ที่ 1 ST_NO บันทึกข้อมูลลำดับสถานี (Station NO.)
สดมภ์ที่ 2 ST_NAME บันทึกข้อมูลชื่อสถานีที่เก็บบันทึกข้อมูล (Station Name)
สดมภ์ที่ 3 ST_LONG บันทึกค่าเส้นแวง (Longitude) ของแต่ละสถานี
สดมภ์ที่ 4 ST_LAT บันทึกข้อมูลค่าเส้นรุ้ง (Latitude) ของแต่ละสถานี
สดมภ์ที่ 5 ANN บันทึกข้อมูลค่าปริมาณฝนรายปีของแต่ละสถานี

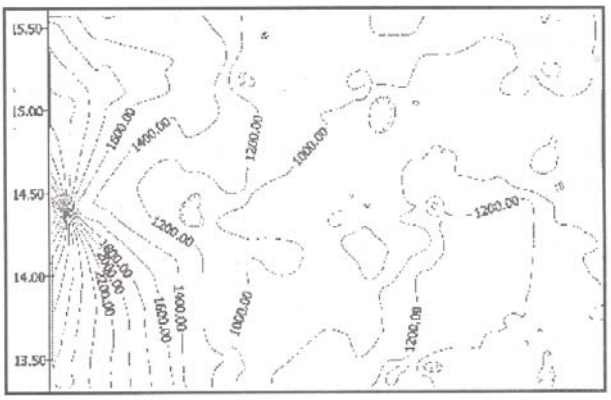
ตารางที่ 1 ฐานข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ของจังหวัดชัยนาท

ST_NO	ST_NAME	ST_LONG	ST_LAT	ANN
402001	Manorom	100.1	15.27	866.1
402002	Wat Sing	100.05	15.23	1016.7
402003	San phaya	100.27	15.08	913.2
402004	Han ka	100.02	14.98	830.2
402005	San kaburi	100.18	15.02	944.6
402006	Chai Nat Rice Research Station	100.15	15.2	1006.4
402301	Chai Nat Agromet	100.18	15.15	1050.2

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2509 – 2538

3) การสร้างภาพเส้นน้ำฝน

- นำเข้าข้อมูลตารางปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ลงสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Surfer v. 6
- ประมวลผลออกมาเป็นภาพเส้นน้ำฝน (Isohyte) มีระยะห่างระหว่างเส้น 200 มม.
- พิมพ์เป็นภาพขาวดำหรือสี



ภาพที่ 1 แสดงภาพเส้นน้ำฝนของภาคกลาง

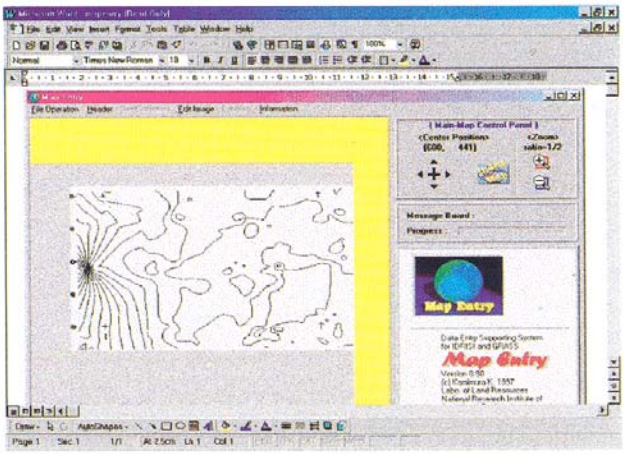
4) การแปลงภาพเส้นน้ำฝนเตรียมเป็นข้อมูลระบบ GIS

- Scan ภาพเส้นน้ำฝนด้วย เครื่อง Scanner
- กำหนดความละเอียดของภาพ 300 จุด / นิ้ว สี 256 สี
- กำหนดโครงสร้างของข้อมูล (Format) เป็น .BMP

5) การสร้างข้อมูลระบบ GIS ของภาพเส้นน้ำฝน

- นำเข้าข้อมูล .BMP ของภาพเส้นน้ำฝน เข้าสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MapEntry
- กำหนดข้อมูล Header ของภาพเส้นน้ำฝน
  - ชนิดของข้อมูลเป็น Integer
  - ค่าพิกัดเป็น Plane
    - ขนาด Pixel ของภาพเป็น 50 x 50 เมตร
  - กำหนดค่าพิกัดของเส้นกรอบภาพเส้นน้ำฝน ให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างกว่าภาพเส้นน้ำฝนเล็กน้อย คือ

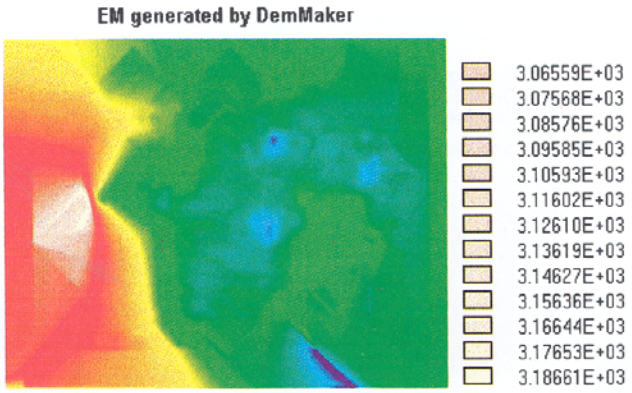
    N 16.00.00, E 97.00.00 และ N 12.00.00, E 102.00.00
- ถ่ายค่าพิกัดบนพื้นโลก สู่ภาพเส้นน้ำฝน (Geometric correction)
- กำหนดค่าปริมาณฝนลงบนเส้นน้ำฝนแต่ละเส้น
- ส่งออกข้อมูลภาพเส้นน้ำฝนซึ่งเป็นข้อมูลระบบ GIS ไปสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ IDRISI for windows v.2 โครงสร้างของข้อมูลเป็น .IMG



ภาพที่ 2 การสร้างฐานข้อมูลระบบ GIS ของภาพเส้นปริมาณฝน

6) การทำ Surface Interpolation

- นำเข้าภาพเส้นน้ำฝน ที่อยู่ในรูป ฐานข้อมูล GIS เรียบร้อยแล้วจากข้อ 4 สู่โปรแกรม DemMaker
- ทำการแก้ไขภาพเส้นน้ำฝนที่ยังคลาดเคลื่อนให้สมบูรณ์
- ทำ Surface Interpolation เพื่อกระจายค่าน้ำฝนลงสู่ Pixel ว่างทุก Pixel
- ทำ Smoothing เพื่อแก้ปัญหาภาพค่าน้ำฝนยังมีความคลาดเคลื่อน (Noise) ผลที่ได้รับคือภาพค่าปริมาณฝน ซึ่งจะมีค่าอยู่ในทุก Pixel ของภาพ แต่ค่าจะแสดงในรูปของ Shade สี เหมือนกับลักษณะภาพ DEM (Digital Elevation Model)



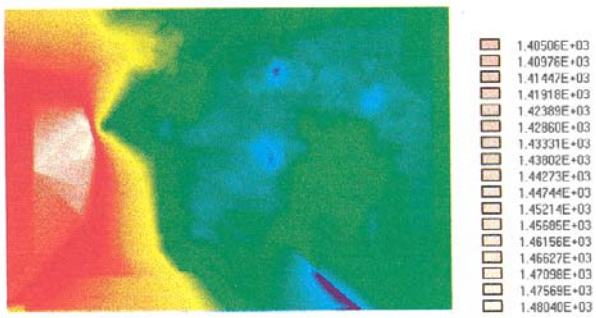
ภาพที่ 3 ค่าปริมาณฝนหลังจากกระจายค่าลงในทุก Pixel แล้ว

7) การสร้างภาพ R – factor Layer

- นำเข้าภาพค่าปริมาณฝนจากการทำ Surface Interpolation สู่โปรแกรม IDRISI
- ใช้วิธีทำ Map Algebra โดยการแทนค่า X ด้วยภาพค่าปริมาณฝน ในสมการหาค่า R – factor ของมนู และคณะ (1984) คือ

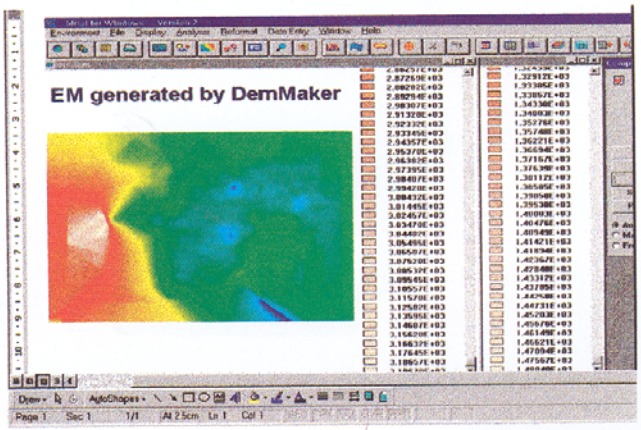
R = 0.4669 * (ภาพค่าปริมาณฝน) – 12.1415

ผลที่ได้คือภาพชั้นข้อมูลค่า R–factor ที่ทุก Pixel จะมีค่าผลลัพธ์จากการคำนวนในสมการ ของมนู และคณะ ซึ่งจะแตกต่างกับค่าที่แสดงใน Pixel ของภาพค่าปริมาณ



ภาพที่ 4 แสดงค่า R–factor ในแต่ละ Pixel

การใช้ระบบ GIS สร้างชั้นข้อมูลค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน เพื่อนำไปซ้อนทับกับค่าปัจจัยอื่น เพื่อคำนวณค่าปริมาณการถูกชะล้างพังทลายของดิน โดยสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) และแสดงผลออกมาเป็นแผนที่การชะล้างพังทลายของดินนั้น สำหรับชั้นข้อมูลค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R–factor) มีค่าสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละภาคของประเทศนั้น จะแสดงค่าในลักษณะของ Shade สีต่าง ๆ 256 สี (ภาพที่ 5) หรือเมื่อใช้ Cursor ชี้ลงที่ Pixel ใด ก็จะแสดงค่าของ Pixel นั้นทันที ซึ่งจะเป็นค่าที่เท่ากับวิธีการคำนวนด้วยสมการตามปกติ



ภาพที่ 5 แสดงค่าปริมาณฝนเมื่อคำนวณเป็นค่า R–factor

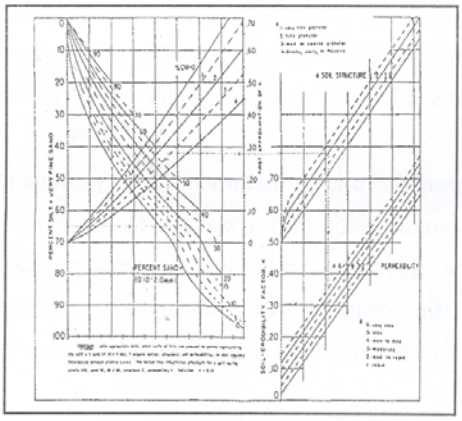
การประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor , K – factor)

Wischmeier และคณะ (1978) อธิบายว่า ปริมาณการสูญเสียดินจะมากหรือน้อยเพียงไร อาจขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ ความรุนแรงของฝน ปริมาณการปกคลุมดินของพืช และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่มากกว่าสมบัติของดินเอง อย่างไรก็ตามสามารถพบได้ว่าภายใต้สภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกันดินชนิดหนึ่งถูกชะล้างพังทลายง่ายกว่าดินอีกชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากสมบัติเฉพาะตัวของดินเองเป็นสำคัญ สมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility) การวัดค่าความคงทนของดิน หรือปัจจัย K ออกมาเป็นตัวเลขเพื่อใช้ในสมการการสูญเสียดินสากล เป็นผลได้จากการศึกษาเฉพาะดินชนิดหนึ่งๆ ในแปลงทดลองขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 6 ฟุต ยาว 72.6 ฟุต บนความลาดเท 9% ในสภาพที่มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดชัน และปล่อยดินไว้ว่างเปล่าตลอดเวลาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี ลักษณะของแปลงทดลองเช่นนี้ ค่าของปัจจัย L, S, C และ P ต่างมีค่าเท่ากับ 1 และค่า K จะคำนวณได้จาก K = A / EI เมื่อ A คือตัวเลขปริมาณการสูญเสียดินที่ตรวจวัดได้จากแปลงทดลอง และ EI คือ ค่าตัวเลขปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ค่า K ที่คำนวณได้สำหรับดินชนิดหนึ่ง คือตัวเลขแสดงอัตราส่วนการสูญเสียดินต่อหน่วยปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

วิธีประเมินค่า K

Wischmeier และคณะ (1971) สร้างแผนภาพ Nomograph ขึ้นมา (ภาพที่ 6) เพื่อช่วยให้การประเมินค่า K กระทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น Nomograph เป็นภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดิน 5 ประการที่มีผลกระทบสำคัญต่อการสูญเสียดิน กับค่าปัจจัย K โดยอาศัยผลการศึกษาจากแปลงทดลองจำนวนมากกว่า 10,000 แปลง-ปี เป็นระยะเวลานานกว่า 30 ปี โดยวิธีการนี้ ค่า K จะประเมินได้จากสมบัติสำคัญของดิน 5 ประการ คือ (1) ผลรวมเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้งและเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก (% silt + % very fine sand) (2) เปอร์เซ็นต์ทราย (% sand) (3) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (% organic matter) (4) โครงสร้างของดิน (soil structure) และ (5) การซาบซึมน้ำของดิน (permeability)



ภาพที่ 6 แผนภาพ Nomograph สำหรับประเมินค่า K

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ศึกษาการประเมินค่าปัจจัย K ของดินในประเทศไทยจากแผนภาพ Nomograph โดยอาศัยข้อมูลสมบัติ 5 ประการ ของตัวแทนชุดดิน (soil series) ที่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ ผลจากการศึกษาแนะนำให้ใช้สำหรับประเมินค่าปัจจัย K อย่างง่าย โดยพิจารณาจากเนื้อดินบน สภาพพื้นที่กำเนิดดิน และภูมิภาคที่พบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

เนื้อดินบน	ค่า K									
	บริเวณที่สูง					บริเวณที่ลุ่มต่ำ				
	ตอ/น	เหนือ	กลาง	ตต.	ใต้	ตอ/น	เหนือ	กลาง	ตต.	ใต้
Sand	-	-	-	0.05	0.04	-	-	-	0.05	0.04
Loamy sand	0.04	0.05	0.08	0.07	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
Sandy loam	0.29	0.27	0.30	0.19	0.20	0.26	0.30	0.26	0.34	0.30
Loam	0.29	0.33	0.33	0.30	0.33	0.35	0.35	0.43	0.33	0.34
Silt loam	0.37	0.49	0.56	0.21	0.40	0.34	0.34	0.47	0.44	0.39
Silt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57
Sandy clay loam	0.24	0.21	0.20	0.25	0.19	0.20	0.22	0.21	0.23	0.21
Clay loam	0.25	0.24	0.28	0.30	0.29	0.36	0.27	0.19	0.25	0.31
Silty clay loam	0.46	0.35	0.38	0.37	0.31	0.43	0.42	0.29	0.38	0.21
Sandy clay	-	-	0.15	-	-	-	0.17	0.17	0.18	0.18
Silty clay	0.23	0.21	0.26	0.19	0.22	0.27	0.27	0.23	0.29	0.29
Clay	0.13	0.15	0.14	0.12	0.11	0.15	0.18	0.18	0.14	0.14

หมายเหตุ : ตอ/น : ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ , ตต. : ภาคตะวันตก

การจัดทำแผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยครั้งนี้ ประเมินค่า K โดยยึดถือผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2526) ข้างต้น ทำการประเมินโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ราบและพื้นที่สูง ซึ่งพื้นที่แต่ละส่วนมีรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจดินแตกต่างกัน คือ

1) พื้นที่ราบ มีความหมายรวมถึง ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา มีความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ส่วนนี้ประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินโดยใช้แผนที่กลุ่มชุดดิน ระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นข้อมูลฐานในการกำหนดจำแนกค่า K ของพื้นที่ เมื่อทราบจังหวัดและหมายเลขกลุ่มชุดดินที่พบ ก็จะทราบถึงชุดดิน ลักษณะเนื้อดินบน และสภาพพื้นที่ และสามารถอ่านค่า K จากตารางที่ 2 ได้

2) พื้นที่สูง ครอบคลุมถึงพื้นที่ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ส่วนนี้ใช้แผนที่ธรณีวิทยา ระดับภาค มาตราส่วน 1:500,000 ของกรมทรัพยากรธรณี เป็นข้อมูลฐานในการกำหนดจำแนกค่า K ของพื้นที่ เมื่อทราบหน่วยธรณีวิทยาก็ทราบถึงชนิดของดินและเนื้อดินบนในหน่วยธรณีวิทยานั้น โดยอ้างอิงตามผลการสำรวจดินโครงการพัฒนาพื้นที่สูง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2534)

ผลการประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินและหน่วยธรณีวิทยา

ดินในประเทศไทย มีค่า K อยู่ระหว่าง 0.04 - 0.56 โดยกลุ่มชุดดินที่ 22 23 24 41 42 และ 43 ซึ่งมีเนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินทรายร่วน มีค่า K ต่ำสุด คือ อยู่ระหว่าง 0.04 - 0.08 และกลุ่มชุดดินที่ 33 ซึ่งมีเนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง มีค่า K สูงสุด คือ อยู่ระหว่าง 0.37 - 0.56 ขณะที่หน่วยธรณีวิทยาพวกหินทราย มีค่า K ต่ำสุด คือ อยู่ระหว่าง 0.04 - 0.08 และหน่วยธรณีวิทยาพวกหินดินดานและหินอัคนี มีค่า K ค่อนข้างสูง คือ อยู่ระหว่าง 0.24 - 0.30 ผลการประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินมีแสดงในตารางที่ 3 และ ค่า K ของหน่วยธรณีวิทยา มีแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่า K ของกลุ่มชุดดินจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย

กลุ่มชุดดิน	ภาคใต้	ภาคเหนือ	ตอ.เฉียงเหนือ	ตะวันออก	กลาง/ตะวันตก
1-5	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
6-7	0.31	0.27	0.36	0.35	0.29
8	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
9	0.21	0.27	0.21	0.14	0.29
10-14	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
15	0.31	0.27	0.36	0.35	0.29
16	0.34	0.34	0.34	0.44	0.47
17-20	0.30	0.30	0.26	0.34	0.26
21	0.34	0.35	0.35	0.33	0.43
22	0.04	0.06	0.05	0.08	0.07
23	0.04	0.06	0.16	0.05	0.07
24	0.04	0.06	0.05	0.08	0.07
25	0.30	0.30	0.26	0.34	0.26
26	0.33	0.30	0.18	0.25	0.29
27	0.22	0.18	0.18	0.27	0.18
28	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
29-31	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
32	0.33	0.30	0.26	0.30	0.36
33	0.40	0.49	0.37	0.44	0.56
34	0.20	0.19	0.26	0.19	0.21
35-40	0.20	0.27	0.24	0.19	0.34
41	0.04	0.05	0.04	0.07	0.08
42	0.04	0.05	0.14	0.05	0.04
43	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
44	0.07	0.05	0.04	0.05	0.08
45	0.33	0.30	0.18	0.30	0.30
46	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
47	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
48-49	0.20	0.27	0.24	0.34	0.34
50	0.20	0.19	0.26	0.19	0.23

ตารางที่ 3 ค่า K ของกลุ่มชุดดินจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ภาคใต้	ภาคเหนือ	ตอ.เฉียงเหนือ	ตะวันออก	กลาง/ตะวันตก
51	0.20	0.15	0.26	0.19	0.25
52	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
53	0.33	0.30	0.18	0.30	0.30
54-55	0.29	0.24	0.25	0.14	0.28
56	0.20	0.27	0.24	0.34	0.34
57-58	0.35	0.35	0.30	0.35	0.35
59	0.34	0.35	0.35	0.33	0.43
60	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
61	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
62	พิจารณาตามหน่วยธรณีวิทยา (ตารางที่ 4)				

ตารางที่ 4 ค่า K ของหน่วยธรณีวิทยาจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทย

ธรณีวิทยา	เนื้อดินบน	ภาคใต้	ภาคเหนือ	ตอ.เฉียงเหนือ	ตะวันออก	กลาง/ตะวันตก
Qa	sil, sl, l, sicl,	0.40	0.19	0.37	0.21	0.56
Qt	sl, scl, cl (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
T, K	sl, scl, cl	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
J, P	c, cl	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
R_	cl	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
C	sl, scl, c (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
D	cl, c	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
S	scl, cl, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
O	scl, cl, c	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
E	cl, scl (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
PE, PE?	scl, cl, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
JK	sl, ls, scl	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
R_J	scl, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
P_R	sl, scl, sc	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
DC	scl, cl (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
CP	scl, sc, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
SD	scl, cl, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
EO, P3	cl, c (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
P1-2, P2	c	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
P1	c, scl (g)	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
P2-3	c, sc	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
CPk	scl, sc (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20

ตารางที่ 4 ค่า K ของหน่วยธรณีวิทยา (ต่อ)

ธรณีวิทยา	เนื้อดินบน	ภาคใต้	ภาคเหนือ	ตอ.เฉียงเหนือ	ตะวันออก	กลาง/ตะวันตก
C2-3	sl, scl (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
C1-2, C2	sl, scl (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
C1	cl, scl, c (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
Kms	l, cl, c	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
Kkk	ls, sl	0.07	0.05	0.04	0.07	0.08
Kpp	sl, ls	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
Jsk	l, sl	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
Jpw	sl, ls, l	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
Jpk	l, cl, c	0.33	0.05	0.29	0.30	0.33
R_hl	l, cl, c	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
R_np	scl, cl (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
C1-2?	scl, sc (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
Cki	gcl, gc	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
Cih	scl, sl, sc(g)	0.19	0.21	0.25	0.25	0.20
Ckk	gcl, gc	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
Sd?	gscl, gcl	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
K?	l, cl, c	0.33	0.33	0.25	0.30	0.33
J?	sl, scl (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
R_pd	sl, scl, sc	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
R_d	cl, c (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
R_h	scl, cl, c	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
R_p	c	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
R_pt	sl, scl (g)	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
R_?	sl, ls	0.20	0.27	0.29	0.19	0.30
R_i	cl, scl, sc (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
Bs	c	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
R_Jgr	scl, sl, cl	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
R_gr@P+Rgr	scl, cl, c	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
Cgr	scl, cl, c	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
u	c	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
KTgr@Kgr	scl, cl, c	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
Mzv	scl, l, c (g)	0.19	0.21	0.24	0.25	0.20
PR_v	c (g)	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
CPv	cl, c (g)	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28

การประเมินค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่

ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่

(Slope Length and Slope Steepness factors , LS – factor)

สภาพพื้นที่มีบทบาทสำคัญต่อการชะล้างพังทลายของดินใน 2 ทาง คือ ความยาวของความลาดเท(Slope Length) และความชัน (Slope Gradient) Wischmeier และคณะ (USDA, 1978) กล่าวว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองกับการสูญเสียดินในแปลงทดลอง ที่กระทำอย่างต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมหลากหลายเป็นระยะเวลานาน ทำให้สามารถพัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้คำนวณค่าของปัจจัย LS-factor สำหรับใช้กับสมการสูญเสียดินสากลขึ้นได้ จากสมการแรกที่แนะนำโดย Wischmeier และ Smith ในปี ค.ศ.1957 (USDA, 1997) มีการนำไปใช้และปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเฉพาะในหลายประเทศมากยิ่งขึ้น

การศึกษาค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L-factor) และค่าปัจจัยความชัน (S-factor) มีความสำคัญต่อการคาดคะเนการสูญเสียดินตามสมการการสูญเสียดินสากล ทั้งนี้เพราะเป็นที่กล่าวถึงกันมากว่า ค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการสูญเสียดินสากลมักมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริง และค่าปัจจัย L และ S มักมีค่าสูงและส่งผลกระทบต่อการคำนวณค่าการสูญเสียดินมากกว่าปัจจัยอื่น กรมพัฒนาที่ดินจึงทำการศึกษาเปรียบเทียบการคำนวณค่าปัจจัย S และปัจจัย L จากสมการต่างๆ ที่ใช้ในหลายประเทศและที่นำมาใช้ประเทศไทย เพื่อกำหนดบรรทัดฐานของการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยระดับประเทศและระดับภาค โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลการจำแนกความลาดชันของพื้นที่ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ และความถูกต้องของการคำนวณค่าการสูญเสียดินจากสมการการสูญเสียดินสากล

ความยาวของความลาดเท (Slope Length)

Wischmeier และ คณะ (USDA, 1997) อธิบายว่า ความยาวของความลาดเท หมายถึงระยะทางตามแนวราบนับตั้งแต่จุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดิน (overland flow) ถึงจุดใดจุดหนึ่งต่อไปนี้ คือ (1) จุดที่ความลาดชันเปลี่ยนลดลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือ (2) จุดที่มีการรวมตัวของน้ำไหลบ่า

McCool และคณะ (USDA, 1997) กล่าวว่า โดยทั่วไปน้ำจะไหลรวมตัวกันภายในระยะทางไม่เกิน 400 ฟุต ซึ่งถือได้ว่าเป็นความยาวสูงสุดของความลาดชัน อย่างไรก็ตามมีพบบ้างที่ความลาดชันยาวถึง 1000 ฟุต หากพื้นที่นั้นมีการไถพรวนดินเป็นร่องยาว ความยาวของความลาดเทสามารถตรวจวัดในสนามได้ด้วยเครื่องมืออย่างง่าย สำหรับพื้นที่ลาดชันมากระยะทางที่วัดได้ต้องนำมาแปลงเป็นค่าระยะทางในแนวราบก่อน การวัดค่าความยาวของความลาดเทจากแผนที่เส้นความสูงเท่า (contour) จะได้ค่าที่ยาวมาก เพราะแผนที่ส่วนใหญ่ไม่มีรายละเอียดบอกให้ทราบว่าจุดรวมตัวของน้ำ ซึ่งเป็นจุดปลายสุดของความยาวของความลาดเทอยู่ ณ ที่ใด ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทในสมการการสูญเสียดินสากล คือ ตัวเลขแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยความยาวของความลาดชัน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของความลาดเทและการชะล้างพังทลายแบบแผ่น (sheet erosion) และการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ไม่นับรวมถึงการชะล้างพังทลายแบบอื่นนอกเหนือจากนี้

สมการคำนวณค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L – factor)

ใช้สมการที่แนะนำโดย Wischmeier และ Smith ในปี ค.ศ.1957 (USDA, 1997) คือ

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

L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท ในสมการการสูญเสียดินสากล

λ คือ ระยะทางตามแนวราบของพื้นที่ลาดชัน นับจากจุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดิน ถึงจุดที่ความลาดชันเปลี่ยนลดลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือจุดที่มีการรวมตัวของน้ำเป็นร่อง มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่ง McCool และ คณะ (USDA, 1997) กล่าวว่า ควรมีระยะทางไม่เกิน 400 ฟุต (ประมาณ 120 เมตร) หรือถ้าพื้นที่นั้นใช้รถไถพรวนเป็นร่องยาว ค่านี้อาจยาวได้ถึง 1000 ฟุต (ประมาณ 300 เมตร)

22.13 คือ ความยาวของแปลงทดลองมาตรฐาน หน่วยเป็นเมตร

m คือ ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนระหว่างการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ที่เกิดจากการกระทำของน้ำไหลบ่า กับการชะล้างพังทลายระหว่างริ้ว (interrill erosion) ที่เกิดจากการกระทำของเม็ดฝน บนพื้นที่ลาดชันสูง ค่า m จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการชะล้างพังทลายแบบ rill มีมากกว่าการชะล้างพังทลายแบบ interrill ในทางกลับกัน พื้นที่ลาดชันน้อย ค่า m จะลดลง เนื่องจากการชะล้างพังทลายแบบ rill มีน้อยกว่าการชะล้างพังทลายแบบ interrill

การคำนวณค่า L สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0-5 เปอร์เซ็นต์ กำหนดใช้ค่า m ที่แนะนำโดย Wischmeier และ คณะ (1978), พื้นที่ลาดชัน 5-21 เปอร์เซ็นต์ ใช้ค่าแนะนำโดย McCool และ คณะ (1987) และพื้นที่ลาดชันมากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์ ใช้ค่าแนะนำโดย Toxopeus (ITC, 1997) คือ

$L = (\lambda / 22.13)^{0.2}$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0 – 1.0 %

$L = (\lambda / 22.13)^{0.3}$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 1.1 – 3.0 %

$L = (\lambda / 22.13)^{0.4}$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 3.1 – 5.0 %

$L = (\lambda / 22.13)^{0.5}$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 5.1 – 21.0 %

$L = (\lambda / 22.13)^{0.7}$ สำหรับพื้นที่ลาดชันมากกว่า 21.0 %

วิธีวัดค่าความยาวของความลาดเท (λ)

การคำนวณค่าความยาวของความลาดเท หรือ ค่า λ เพื่อใช้ในสมการคำนวณค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L) ข้างต้น มีการนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มาใช้ และศึกษาเปรียบเทียบค่าความยาวของความลาดเทที่คำนวณได้ เพื่อเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้องเหมาะสมสำหรับคำนวณค่าการสูญเสียดินมากที่สุด แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้มีดังนี้

1) แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:250,000 และ 1:50,000 มีเส้นความสูงเท่า (contour line) ห่างกันชั้นละ 100 และ 20 เมตร ตามลำดับ
2) แผนที่โครงการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง มาตราส่วน 1:2,000 กรมพัฒนาที่ดิน มีเส้นความสูงเท่าห่างกันชั้นละ 2 เมตร
3) แผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 กรมพัฒนาที่ดิน
4) แผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1:500,000
5) รูปถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:15,000

การคำนวณค่าความยาวของความลาดเทจากแผนที่เส้นความสูงเท่า ใช้วิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูล โดยสร้างไฟล์เก็บค่าความสูงของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็น 3 มิติ ที่เรียกว่า Digital Elevation Model หรือ DEM ที่ขนาดความละเอียดของข้อมูล (grid size) 5 เมตร คำนวณความยาวของความลาดเทในแนวราบโดยเริ่มตั้งแต่พื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส (grid cell) ที่มีความชันเปลี่ยน นับค่าสะสมของ grid cell ที่มีความชัน และทิศทางความลาดชัน (slope aspect) อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จนกระทั่งถึง grid cell ที่มีความชันเปลี่ยน และความลาดชันมีรูปร่างโค้งเว้า (concave) ซึ่งแสดงถึงพื้นที่มีการทับถมตะกอน

การคำนวณค่าความยาวของความลาดเทจากรูปถ่ายทางอากาศ ใช้วิธีเลือกพื้นที่ตัวอย่างจากแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ซึ่งจำแนกความลาดชันออกเป็น 6 ชั้น คือ 0-2, 2-5, 5-12, 12-20, 20-35 และ มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาสภาพพื้นที่บนรูปถ่ายทางอากาศในพื้นที่ตัวอย่างของความลาดชันแต่ละชั้นด้วยกล้องมองภาพ 3 มิติ กำหนดจุดวัดความยาวของความลาดเทโดยพิจารณาจากความชัน การใช้ที่ดิน และรูปร่างของแปลง วัดความยาวของความลาดเทด้วยไม้บรรทัด นำมาคำนวณระยะทางจริง และหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนของความลาดเทแต่ละชั้น

ผลการคำนวณค่า λ

ข้อมูลเส้นความสูงเท่า จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 เมื่อนำมาใช้คำนวณความยาวของความลาดเทของพื้นที่ โดยแบ่งออกเป็น 6 ชั้นตามระดับความลาดชันคือ A (0-2%), B (2-5%), C (5-12%), D (12-20%) และ E (20-35%) ทุกชั้นความลาดชันมีความยาวของความลาดเทส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 170-600 เมตร เป็นค่าสูงมากเกินกว่าที่ McCool และ คณะ (USDA, 1997) ได้กล่าวไว้ว่าความยาวของความลาดชันที่จะนำมาใช้ในสมการสูญเสียดินสากลไม่ควรมีค่าเกินกว่า 120 เมตร

ข้อมูลเส้นความสูงเท่า จากแผนที่โครงการพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูง มาตราส่วน 1:2,000 เมื่อนำมาใช้คำนวณความยาวของความลาดเทของพื้นที่ลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ โดยจำแนกย่อยเป็น 5 กลุ่มตามชนิดของหินในแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:500,000 คือ ตะกอนลำน้ำทับถม หินตะกอน (หินทรายสลับหินดินดาน) หินปูน หินแปร และหินอัคนี ได้ค่าความยาวของความลาดเทส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 80-150 เมตร โดยพื้นที่หินตะกอนและหินอัคนีมีความยาวของความลาดเทน้อยกว่าพื้นที่หินปูน หินแปร และตะกอนลำน้ำ

พิชัย และไพบูลย์ (2535) วัดความยาวของความลาดเทจากรูปถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:15,000 โดยศึกษาจากพื้นที่ตัวอย่าง ได้ความยาวของความลาดเทของพื้นที่ลาดชันชั้น A, B, C, D, E และ F มีค่าระหว่าง 50-150 เมตร (แสดงในตารางที่ 4) พื้นที่ลาดชันชั้น A และ B มีความยาวมากสุด คือ 150 เมตร พื้นที่ลาดชันชั้น D, E, F มีความยาวน้อยสุด คือ 50 เมตร โดยวิธีนี้ความยาวของความลาดเทมีค่าน้อยกว่าและถูกต้องมากกว่าวิธีอื่น เนื่องจากการแปลจากรูปถ่ายทางอากาศสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของน้ำไหลบ่าได้ จึงใช้ผลการศึกษาค่า λ นี้ เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดินสำหรับคำนวณค่าปัจจัย L - factor

ตารางที่ 5 ค่าความยาวของความลาดเท (λ) ที่ใช้กับชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน

ชั้นความลาดชัน	ความชัน (%)	ความยาวของความลาดเท, λ (เมตร)
A	0-2	150
B	2-5	150
C	5-12	100
D	12-20	50
E	20-35	50
F	มากกว่า 35	50

ความชัน (Slope gradient)

McCool และคณะ (USDA, 1997) อธิบายว่า ความชันของพื้นที่สามารถตรวจวัดได้ในสนามด้วยเครื่องมือวัดความลาดเอียง เช่น เครื่อง Abney ข้อมูลแผนที่เส้นความสูงเท่า (contour) ที่มีเส้นความสูงห่างชั้นละ 2 ฟุต สามารถใช้คำนวณค่าความชันได้หากกระทำอย่างรอบคอบ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชันกับการสูญเสียดินในแปลงทดลอง ทำให้สามารถพัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณค่าปัจจัยความชัน หรือ S-factor สำหรับใช้ในสมการการสูญเสียดินสากลได้ ค่าปัจจัยความชัน คือตัวเลขแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยความชัน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความชันต่อการชะล้างพังทลายแบบแผ่น (sheet erosion) และการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ไม่นับรวมถึงการชะล้างพังทลายแบบอื่น

สมการคำนวณค่า S – factor

ใช้สมการ Wischmeier and Smith (1978) สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0-9 เปอร์เซ็นต์ คือ

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

$S = 0.065+0.045\ s+0.0065\ s^2$

ใช้สมการแนะนำโดย Meijerink (Huizing, 1992) สำหรับพื้นที่ลาดชันมากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ คือ

$S = \sin^{0.75}$ (slope degree) x cos (slope degree) หรือเขียนได้อีกอย่างหนึ่งคือ

$S = 6.4\ \sin\{\text{atan}(s/100)\}^{0.75})(\cos\{\text{atan}(s/100)\})$

เมื่อ S คือ ค่าปัจจัยความชัน

s คือ เปอร์เซ็นต์ความชัน

การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชัน (s)

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชัน หรือ ค่า s เพื่อใช้ในสมการคำนวณค่าปัจจัย S-factor ข้างต้น มีการนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ และศึกษาเปรียบเทียบค่าความชันที่คำนวณได้ เพื่อพิจารณาเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้องเหมาะสม สำหรับการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้มีดังนี้

(1) แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:250,000 และ 1:50,000 มีเส้นความสูงเท่า (contour line) ห่างกันชั้นละ 100 และ 20 เมตร ตามลำดับ

(2) แผนที่โครงการหมู่บ้านพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:5,000 กรมพัฒนาที่ดิน มีเส้นความสูงเท่าห่างกันชั้นละ 5 เมตร

(3) แผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 กรมพัฒนาที่ดิน

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชันจากแผนที่เส้นความสูงเท่า มาตราส่วน 1:250,000, 1:50,000 และ 1:5,000 ใช้วิธีเลือกพื้นที่ตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลดิจิตอลแบบ Digital Elevation Model (DEM) ที่ขนาดความละเอียดของข้อมูล (grid size) เท่ากับ 5 เมตร ค่าเปอร์เซ็นต์ความชันที่คำนวณได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าจากแผนที่กลุ่มชุดดิน

ผลการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชัน (s)

ค่าความชันจากแผนที่กลุ่มชุดดิน และเปอร์เซ็นต์ความชันที่คำนวณได้จากแผนที่เส้นความสูงเท่า มาตราส่วน 1:250,000 และ 1:50,000 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากแผนที่มาตราส่วน 1:5,000 ซึ่งถือว่ามีรายละเอียดของข้อมูลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด พบว่า ค่าที่คำนวณจากแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 มีความถูกต้องน้อยกว่าค่าจากแผนที่กลุ่มชุดดิน ในขณะที่ค่าที่คำนวณจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 มีความถูกต้องมากกว่าค่าจากแผนที่กลุ่มชุดดิน แต่เนื่องจากข้อมูลดิจิตอลของเส้นความสูงเท่าจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ยังมีไม่ครอบคลุมทั้งประเทศ จึงพิจารณาใช้ค่าความชันจากแผนที่กลุ่มชุดดินในการคำนวณค่าปัจจัย S-factor

การวิเคราะห์ความถูกต้องของค่าความชันจากแผนที่กลุ่มชุดดิน และค่าเปอร์เซ็นต์ความชันเพื่อใช้เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันจากแผนที่กลุ่มชุดดิน โดยเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากแผนที่เส้นความสูงเท่า มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:5,000 แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความชันที่ใช้เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันจากแผนที่กลุ่มชุดดิน

ชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	ค่า s ตัวแทนในการคำนวณปัจจัย S	ความถูกต้องเปรียบเทียบกับ DEM 1:50,000	ความถูกต้องเปรียบเทียบกับ DEM 1:5,000
A (0-2%)	1.2 %	94%	
B (2-5%)	2.0 %	52%	
C (5-12%)	5.0 %		11%
D (12-20%)	12.0 %		19%
E (20-35%)	20.0 %		25%
F (>35%)	35.0 %		53%

ผลการคำนวณค่าปัจจัย LS – factor ของกลุ่มชุดดิน

ค่าความยาวของความลาดเท (λ) เปอร์เซ็นต์ความชัน (s) ที่คำนวณได้จากแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ในขณะที่ข้อมูลดิจิตอลแผนที่เส้นความสูงเท่า มาตราส่วน 1:50,000 มีไม่ครบทั้งประเทศ จึงกำหนดใช้แผนที่กลุ่มชุดดินเป็นฐานในการคำนวณค่าปัจจัย LS-factor ค่าปัจจัยรวมของ LS-factor ของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าปัจจัยรวม LS-factor ของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน

ชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	เปอร์เซ็นต์ความชัน (ค่า s)	ความยาวของความลาดเท (ค่า λ เป็นเมตร)	ค่าปัจจัยรวม LS - factor
A	1.2	150	0.226
B	2.0	150	0.323
C	5.0	100	0.567
D	12.0	50	1.927
E	20.0	50	2.753
F (กลุ่มดิน 62)	35.0	50	4.571

การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช

ปัจจัยการจัดการพืช

(Crop Management factor, C-factor)

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล มีปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะดิน ความชันและความยาวของความลาดเท การมีพืชคลุมดินและการจัดการพืช และระบบการอนุรักษ์

ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) เป็นดัชนีที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่มีการปลูกพืชและการจัดการพืชชนิดใดชนิดหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินที่ถูกชะล้างมาจากแปลงทดลองที่ปล่อยให้ว่างเปล่า และไถพรวนขึ้นลงตามแนวความลาดเท

ค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึง

1) ประสิทธิภาพของพืช พื้นที่ดินที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณสามารถป้องกันและลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ พืชแต่ละชนิดมีความสามารถสกัดกั้นการตกกระแทรกของฝนได้แตกต่างกัน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตหรืออายุก็มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินด้วย

2) ลักษณะการปกคลุมเรือนยอดของพืชแต่ละชนิดว่าสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวดินได้มากน้อยเพียงใด ร่วมกับพืชพรรณที่ขึ้นอยู่เหนือผิวดินและเศษซากเหลือของพืช

3) วิธีการปฏิบัติในการปลูกพืชหรือระบบการปลูกพืช

ค่าปัจจัยการจัดการพืช ในสมการการสูญเสียดินสากลที่ถูกต้องนั้นจะต้องได้จากการทดลองตามธรรมชาติ ซึ่งปล่อยให้พืชพรรณเจริญเติบโตไปตามขั้นตอนและพฤติการณ์ตามธรรมชาติของฝนที่ตกตลอดจนกรรมวิธีในการปลูกพืชแต่ละแห่ง เนื่องจากข้อมูลจากการทดลองในด้านนี้ ในประเทศไทยยังมีไม่มากและผลการทดลองที่ได้ก็ยังไม่แจ่มชัดนัก จึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยผลการทดลองจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับของประเทศไทยตามความเหมาะสม

วิธีประเมินค่า C-factor

1) ข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดค่า C

1.1) แผนที่สภาพการใช้ที่ดินมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกองวางแผนการใช้ที่ดิน ที่กรมพัฒนาที่ดินได้ผลิตออกมาในรูปของข้อมูล GIS พร้อมเนื้อที่ในระดับชนิดพืช

1.2)ข้อมูลการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

1.3)ค่า C ที่ได้จากผลการศึกษาของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 8)

2) การกำหนดค่า C

2.1)ทำการจำแนกสภาพการใช้ที่ดินในระดับชนิดพืชให้เป็นกลุ่มพืช

2.2)หาเนื้อที่ของแต่ละพืชโดยแบ่งออกเป็นภาค ๆ

2.3)หาค่า C ระดับกลุ่มพืชจากเนื้อที่ของแต่ละชนิดพืชกับค่า C ของชนิดพืช

2.4)แทนค่า C ระดับกลุ่มพืช (ตารางที่ 9) ลงในแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน

การประเมินค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

ปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

(Conservation Practice factor, P-factor)

ปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ค่า P เป็นปัจจัยแสดงสมรรถนะในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จาก แปลงทดลองที่มีการใช้วิธีการอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่ง กับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่ไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดชัน ในสภาพการณ์อย่างอื่นที่เหมือนกัน

การปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ได้แบ่งออกเป็น 4 มาตรการที่สำคัญ ได้แก่

1) การทำการเกษตรตามแนวระดับ (Contouring) ซึ่งรวมถึงวิธีการไถพรวน และการปลูกพืช

2) ควบคุมแนวการปลูกพืชและปรับพื้นที่เป็นคันดินเป็นการทำแนวระดับที่แน่นอนและปรับพื้นที่ลาดชันให้สม่ำเสมอและมีแนวการเบนน้ำออกไปจากพื้นที่ โดยคันและคูระบายน้ำไม่ให้ขังอยู่ในพื้นที่และยังรวมถึงการใช้เศษวัสดุของพืชในปริมาณสูงไว้ในพื้นที่เป็นแถวตามแนวระดับ

3) การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ (Contour strip cropping) เป็นการปลูกพืชสลับเป็นแนว โดยมีความกว้างของแต่ละแถวเท่า ๆ กันและพืชที่ปลูกสลับจะครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องตลอดทั้งปี

4) การทำขั้นบันได (Terracing)

วิธีประเมินค่า P-factor

1) ข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดค่า P

1.1) แผนที่สภาพการใช้ที่ดินมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกองวางแผนการใช้ที่ดิน ที่กรมพัฒนาที่ดินได้ผลิตออกมาในรูปของข้อมูล GIS พร้อมเนื้อที่ในระดับชนิดพืช

1.2) ค่า P ซึ่งกำหนดค่าตามผลการศึกษาของนักวิชาการต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่

2) การกำหนดค่า P

2.1) การทำนาดำในกรณีที่มีคันนาก็นับว่าเป็นระบบการทำคันดิน ซึ่งเป็นระบบการอนุรักษ์แบบหนึ่ง จากการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1

2.2) ระบบการอนุรักษ์อื่นๆ ในประเทศยังมีน้อยมากไม่สามารถแสดงได้ในแผนที่ระดับภาคและระดับประเทศ จึงถือว่าพื้นที่นั้นๆ (นอกจากพื้นที่นาดำ) ไม่มีระบบการอนุรักษ์ จึงมีค่า P เท่ากับ (ตารางที่ 8 และตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 การกำหนดค่า C-factor และ P-factor สำหรับหน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน 1:50,000

ชนิดพืช	ค่า C	ค่า P
นาร้าง	0.100	0.100
นาข้าว นาดำ นาหว่าน นาน้ำฝน	0.280	0.100
เกษตรผสมผสาน/ไร่นา	0.225	1.000
ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวไรน์	0.280	1.000
พืชไร่ พืชไร่ผสม พืชไร่อื่นๆ	0.340	1.000
สับปะรด ว่านหางจระเข้ ป่านศรนารายณ์	0.380	1.000
ถั่วดำ ถั่วแดง งา ฝ้าย	0.386	1.000
ถั่วเขียว	0.390	1.000
อ้อย	0.400	1.000
ถั่วลิสง	0.406	1.000
ถั่วเหลือง	0.421	1.000
ฝ้าย ไร่ร้าง	0.500	1.000
ข้าวโพด	0.502	1.000
มันสำปะหลัง ปอแก้ว ปอกระเจา ปอสา ปอป่าน พืชเส้นใย	0.600	1.000
มันฝรั่ง มันแกว มันเทศ แตงโม ขิง กะหล่ำปลี มะเขือเทศ พริก	0.600	1.000
กัญชา กระเจี๊ยบ	0.600	1.000
ข้าวฟ่าง ลูกเดือย	0.650	1.000
ข้าวไร่ ยาสูบ ทานตะวัน	0.700	1.000
ละหุ่ง	0.790	1.000
สัก สะเดา กระถิน ประดู่ ช้อ	0.088	1.000
ไม้ยืนต้น ไม้ยืนต้นผสม ยางพารา ยูคาลิปตัส สนประดิพัทธ์	0.150	1.000
ปาล์มน้ำมัน	0.300	1.000
ไม้ชายเลน	0.000	0.000
ระกำ สละ	0.020	1.000
จามจุรี ก้ามปู	0.088	1.000
ชา ไผ่ ไม้ผล ไม้ผลผสม สวนผลไม้ ทุเรียน เงาะ ลิ้นจี่ มะม่วง	0.150	1.000
กล้วย มะขาม ลำใย ขนุน กระท้อน ชมพู่ มังคุด ลางสาด ลองกอง	0.150	1.000

ตารางที่ 8 การกำหนดค่า C และ P สำหรับหน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน 1:50,000 (ต่อ)

ชนิดพืช	ค่า C	ค่า P
ละมุด	0.150	1.000
สตรอเบอรี่ แรสเบอรี่	0.270	1.000
กาแฟ นุ่น ตีนเป็ด ส้ม พุทรา น้อยหน่า ฝรั่ง มะนาว	0.300	1.000
ไม้ผลเมืองหนาว	0.300	1.000
ไม้ดอก	0.386	1.000
หมาก มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์ ตาล	0.400	1.000
หม่อน เปล้า มะละกอ พืชสวน พืชสวนผสม พืชผัก องุ่น พริกไทย	0.600	1.000
เสาวรส มะกอก	0.600	1.000
ไร่ร้าง	0.020	1.000
ไร่หมุนเวียน ข้าวไร่(หมุนเวียน) ข้าวโพด(หมุนเวียน)	0.250	1.000
ถั่วต่าง ๆ(หมุนเวียน) งา(หมุนเวียน) มันต่าง ๆ(หมุนเวียน)	0.250	1.000
พืชผัก(หมุนเวียน) ฝิ่น(หมุนเวียน)	0.250	1.000
พื้นที่เตรียมปลูกไร่หมุนเวียน ทิ้งร้างไร่หมุนเวียน	0.250	1.000
พื้นที่ทิ้งร้างจากการทำไร่หมุนเวียน ไร่เลื่อนลอยที่ยังใช้ประโยชน์	0.250	1.000
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	0.100	1.000
โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ผสม โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ สัตว์ปีก สุกร	0.000	0.000
คอกม้า	0.000	0.000
พืชน้ำ พืชน้ำผสม กก บัว กระจับ แห้ว ผักบุ้งน้ำ ผักกระเฉด	0.000	0.000
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร้าง สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม	0.000	0.000
สถานที่เพาะเลี้ยงปลา กุ้ง ปู หอย สัตว์น้ำอื่น ๆ ฟาร์มจระเข้	0.000	0.000
ป่าบึงน้ำจืดหรือป่าพรุ ป่าชายเลน	0.000	0.000
ป่าดิบชื้น ป่าดงดิบ ป่าไม่ผลัดใบอื่น ๆ	0.001	1.000
ป่าดิบเขา	0.003	1.000
ป่าดิบแล้ง ป่นสนเขา	0.019	1.000
พื้นที่ป่าไม้ ป่าเบญจพรรณ ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ป่าแพะ ป่าผลัดใบ	0.020	1.000
ป่าไม่ผลัดใบเสื่อมโทรม ป่าดิบชื้นถูกทำลาย	0.040	1.000
ป่าละเมาะ	0.048	1.000
ป่าไผ่	0.150	1.000
ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม ป่าไม้เสื่อมโทรม	0.250	1.000
ป่าชายหาด	0.450	1.000
สวนป่าไม้ชายเลน	0.000	0.000
สวนป่าสน สวนป่ายาง สวนป่ายูคาลิปตัส สวนป่าสัก สวนป่าสะเดา	0.088	1.000
สวนป่าสนประดิพัทธ์ สวนป่ากระถิน สวนป่าประดู่ สวนป่าซ้อ	0.088	1.000

ตารางที่ 8 การกำหนดค่า C และ P สำหรับหน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน 1:50,000 (ต่อ)

ชนิดพืช	ค่า C	ค่า P
สวนป่าเลียน สวนป่านางพญาเสือโคร่ง สวนมะยมป่า สวนแอปเปิลป่า	0.088	1.000
สวนป่าเหรียง สวนป่าสีเสียด สวนไม้กระยาเลย	0.088	1.000
สวนป่า สวนป่าผสม สวนป่าอื่นๆ วนเกษตร	0.088	1.000
นาร้างเขตชลประทาน	0.100	0.100
นาดำเขตชลประทาน นาหว่านเขตชลประทาน	0.280	0.100
ไม้ผลผสมเขตชลประทาน	0.100	1.000
กล้วยเขตชลประทาน	0.150	1.000
อ้อยเขตชลประทาน	0.400	1.000
มันสำปะหลังเขตชลประทาน	0.600	1.000
พื้นที่ลุ่ม พื้นที่ลุ่มน้ำขัง พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ	0.000	0.000
ทุ่งหญ้า ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าปรับปรุงแล้ว สนามกอล์ฟ	0.015	1.000
ไผ่	0.020	1.000
ทุ่งหญ้าสลับไม้ละเมาะ	0.032	1.000
ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม หรือไม้พุ่ม ทุ่งหญ้าสลับไม้เตี้ย ไม้พุ่มและไม้ละเมาะ	0.048	1.000
บ่อขุดเก่า บ่อลูกรัง บ่อทราย บ่อดิน พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่นๆ	0.000	0.000
หาดทราย ที่หินโผล่ พื้นที่ทราย	0.800	1.000
เหมืองแร่	0.800	1.000
พื้นที่ซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้, พื้นที่อื่นๆ ซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์	0.800	1.000
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์ ที่ดินจัดสรร พื้นที่ดินถม พื้นที่อื่นๆ	0.800	1.000
ที่ทิ้งขยะ	0.000	0.000
นาเกลือ	0.000	0.100
โครงการที่ดินจัดสรร	0.000	0.000
ตัวเมืองและย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการและสถานบันต่างๆ	0.000	0.000
หมู่บ้านบนพื้นที่ราบ หมู่บ้านชาวเขาบนพื้นที่สูง พื้นที่อยู่อาศัยอื่นๆ	0.000	0.000
สถานีคมนาคม สนามบิน สถานีรถไฟ สถานีขนส่ง ท่าเรือ	0.000	0.000
ย่านอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม โรงงานอุตสาหกรรม ศูนย์อพยพ	0.000	0.000
สุสาน สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ	0.000	0.000
พื้นที่น้ำ แม่น้ำลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	0.000	0.000
ทะเลสาบ บึง อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำในไร่นา	0.000	0.000

ตารางที่ 9 ค่า C และ P ประเมินตามกลุ่มพืชและการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ตามภูมิภาค

กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน	กลาง/ตะวันตก		ภาคเหนือ		ตอ.เฉียงเหนือ		ตะวันออก		ภาคใต้	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
นาข้าว	0.28	0.1	0.28	0.1	0.28	0.1	0.28	0.1	0.28	0.1
พืชไร่	0.485	1.0	0.474	1.0	0.525	1.0	0.485	1.0	0.322	1.0
ไม้ยืนต้น	0.15	1.0	0.15	1.0	0.15	1.0	0.15	1.0	0.16	1.0
ไม้ผล	0.30	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3	1.0
พืชสวน	0.60	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0
ไร่หมุนเวียน	0.25	1.0	0.25	1.0	0.25	1.0	0.25	1.0	0.25	1.0
ทุ่งหญ้า	0.10	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0
เกษตรผสมผสาน	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0
ป่าไม้ผลัดใบ	0.003	1.0	0.003	1.0	0.003	1.0	0.001	1.0	0.001	1.0
ป่าผลัดใบ	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0
สวนป่า	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
วนเกษตร	0.088	1.0	0.008	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0

หมายเหตุ : กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นนอกเหนือจากที่กล่าวในตาราง ไม่มีการประเมินค่า C และ P

การคำนวณค่าการสูญเสียดิน

วิธีประเมินค่าปัจจัยทั้ง 6 ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น นำมาใช้คำนวณค่าปริมาณการสูญเสียดิน โดยใช้แผนที่การสำรวจทรัพยากรกายภาพระดับค่อนข้างหยาบที่มีอยู่ เป็นข้อมูลฐานในการวิเคราะห์พื้นที่ และใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) โปรแกรมอิลวิส (ILWIS) ช่วยในการจัดการข้อมูล และคำนวณแผนที่ตามแบบจำลองคณิตศาสตร์ของสมการการสูญเสียดินสากล

ข้อมูลที่ใช้

1) ข้อมูลสถิติน้ำฝน คาบ 30 ปี พ.ศ. 2509-2538 และแผนที่เส้นฝนเท่ารายปีทั่วประเทศในคาบ 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509-2538 ของกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลชุดนี้ใช้สำหรับการวิเคราะห์ค่าปัจจัย R และจัดเตรียมชั้นข้อมูลแผนที่แสดงการกระจายของค่าปัจจัย R ทั่วประเทศไทย

แผนที่เส้นฝนเท่า แสดงรายละเอียดของเส้นฝนเท่า ตั้งแต่ระดับ 800-4,000 มิลลิเมตร ห่างกันชั้นละ 200 มิลลิเมตร จากข้อมูลสถิติน้ำฝนคาบ 30 ปี พบบริเวณที่มีฝนตกน้อยสุด 800 มิลลิเมตร คือ จังหวัดลำพูน อำเภอคลองขลุงจังหวัดกำแพงเพชร อำเภออินทร์บุรีจังหวัดสิงห์บุรี จังหวัดราชบุรี อำเภอบ้านแหลมจังหวัดเพชรบุรี และอำเภอเกษตรสมบูรณ์จังหวัดชัยภูมิ และบริเวณที่มีฝนตกมากสุด 4,000 มิลลิเมตร คือ อำเภอสังขละบุรีจังหวัดกาญจนบุรี อำเภอคลองใหญ่จังหวัดตราด และจังหวัดระนอง

2) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่กลุ่มชุดดิน นำเข้าจากแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2540 เป็นข้อมูล

Shapefiles ของโปรแกรม ArcView รวม 75 จังหวัด (หนองบัวลำภูรวมอยู่ในจังหวัดอุดรธานี อำนาจเจริญรวมอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี สระแก้วรวมอยู่ในจังหวัดปราจีนบุรี และกรุงเทพฯ ไม่มีการสำรวจ) ใช้สำหรับการวิเคราะห์ค่าปัจจัย K L S และจัดเตรียมชั้นข้อมูลแสดงการกระจายของค่าปัจจัย K L S ในประเทศไทย

แผนที่กลุ่มชุดดิน มีการจำแนกดินออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ พื้นที่ราบ ความลาดชันไม่เกิน 35% และ พื้นที่สูง ความลาดชันเกินกว่า 35% พื้นที่ราบ ได้แก่ บริเวณที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา จำแนกเป็นกลุ่มชุดดินที่ 1-61 หน่วยแผนที่ประกอบด้วยหมายเลขกลุ่มชุดดินและชั้นความลาดชัน ตัวอย่าง เช่น 33B หมายถึงกลุ่มชุดดินที่ 33 ชั้นความลาดชัน B (2-5%) เป็นต้น ส่วนพื้นที่สูง หมายถึงภูเขาและที่ลาดหุบเขา จำแนกเป็นหน่วยแผนที่เดียว คือ กลุ่มชุดดินที่ 62 เส้นขอบเขตครอบคลุมตั้งแต่ตีนเขาไปจนถึงยอดเขาและรวมเอาพื้นราบระหว่างหุบเขาและพื้นราบบนยอดเขาทั้งหมดเอาไว้ด้วย พื้นที่ส่วนนี้ไม่มีรายละเอียดของข้อมูลการสำรวจดิน

3) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่ธรณีวิทยา นำเข้าจากแผนที่ธรณีวิทยาระดับภาค มาตราส่วน 1:500,000 ของกรมทรัพยากรธรณี โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ.2539 เป็นข้อมูล E00 files โปรแกรม ArcInfo ข้อมูลชุดนี้ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าปัจจัย K และจัดเตรียมชั้นข้อมูลแสดงการกระจายของค่าปัจจัย K ในพื้นที่สูงของประเทศไทย ซึ่งไม่มีรายละเอียดในข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน

แผนที่ธรณีวิทยา จำแนกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ หินตะกอน/หินแปร และหินอัคนี โดยหน่วยแผนที่แต่ละหน่วยจำแนกออกตามชนิดของหิน ตัวอย่างเช่น Qt คือ ตะกอนทับถมลำน้ำเก่า ; PE คือกลุ่มหิน Gneiss, Amphibolite schist, Calcium-silicate, Biotite marble ; SD คือกลุ่มหิน Quartzite, Phyllite, Schist, Sandstone, Shale, Tuff และ Cgr คือกลุ่มหิน Intrusive complex, Granite, Granodiolite เป็นต้น

4) รายงานการสำรวจดินโครงการพัฒนาพื้นที่สูง ของกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลชุดนี้มีรายละเอียดทางด้านสมบัติของเนื้อดินและหน่วยธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่สำรวจ ใช้เป็นข้อมูลแอทริบิว (attributes) ของหน่วยธรณีวิทยาสำหรับการวิเคราะห์ค่าปัจจัย K และจัดเตรียมชั้นข้อมูลการกระจายของค่าปัจจัย K ในพื้นที่สูงของประเทศไทย

5) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่การใช้ที่ดิน นำเข้าจากแผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2542 เป็นข้อมูล coverage files ของโปรแกรม ArcInfo ใช้สำหรับการวิเคราะห์ค่าปัจจัย C P และจัดเตรียมชั้นข้อมูลการกระจายของค่าปัจจัย C P ทั่วประเทศไทย

แผนที่การใช้ที่ดิน จำแนกหน่วยแผนที่ออกเป็น 5 ชนิดการใช้ที่ดินหลัก : A คือพื้นที่เกษตร F คือพื้นที่ป่าไม้ U คือพื้นที่ชุมชน W คือแหล่งน้ำ และ M คือพื้นที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ และจำแนกเป็นหน่วยย่อยตามชนิดพืช ตัวอย่างเช่น A201 คือนาดำ และ A203 คืออ้อย เป็นต้น มีจำนวนทั้งหมด 75 จังหวัด (กรุงเทพฯไม่มีการสำรวจ) สำรวจและจัดพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2521-2540

จัดพิมพ์ปี พ.ศ. 2521-25 มี 20 จังหวัด คือ แพร่ สุโขทัย ลำพูน กาฬสินธุ์ นครราชสีมา เลย ศรีสะเกษ มหาสารคาม ประจวบคีรีขันธ์ นครนายก ปราจีนบุรี ระยอง ตราด ตรัง ปัตตานี พังงา ระนอง พัทลุง ยะลา สงขลา

จัดพิมพ์ปี พ.ศ. 2526-30 มี 24 จังหวัด คือ ลำปาง พิษณุโลก พิจิตร แม่ฮ่องสอน นครสวรรค์ ตาก อุทัยธานี กำแพงเพชร อุบลราชธานี (รวมอำนาจเจริญ) บุรีรัมย์ สุรินทร์ เพชรบุรี สุพรรณบุรี นนทบุรี สมุทรสาคร กาญจนบุรี ปทุมธานี ราชบุรี นราธิวาส สุราษฎร์ธานี สตูล กระบี่ ภูเก็ต

จัดพิมพ์ปี พ.ศ. 2531-35 มี 17 จังหวัด คือ เพชรบูรณ์ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา สกลนคร นครพนม มุกดาหาร ขอนแก่น สมุทรปราการ ชัยนาท สมุทรสงคราม สิงห์บุรี นครปฐม ชลบุรี ฉะเชิงเทรา จันทบุรี นครศรีธรรมราช

จัดพิมพ์ปี พ.ศ. 2536-40 มี 14 จังหวัด คือ อุตรดิตถ์ น่าน อุดรธานี (รวมหนองบัวลำภู) ยโสธร ชัยภูมิ หนองคาย ร้อยเอ็ด อ่างทอง สระบุรี ลพบุรี อยุธยา สระแก้ว ชุมพร

6) ข้อมูลดิจิตอลแผนที่เส้นความสูงเท่า (contour) นำเข้าจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 250,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย พ.ศ. 2539 เป็นข้อมูล E00 files ของโปรแกรม ArcInfo และข้อมูล DTED Level 1 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นข้อมูล 3 มิติของค่าความสูงของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส (Digital Elevation Model)

แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000 มีรายละเอียดของเส้นความสูงเท่าเป็นระยะห่างกันชั้นละ 100 เมตร ครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ทั่วประเทศ ยกเว้นบริเวณชายแดนที่มีแนวเขตต่อกับประเทศเมียนม่า ลาว กัมพูชา และมาเลเซีย ไม่มีรายละเอียดของข้อมูล บริเวณนี้นำข้อมูล DTED Level 1 เข้ามาปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ครบทั่วประเทศ ข้อมูลชุดนี้ใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของค่าเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (s) และใช้ในการแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้

ขั้นตอนการคำนวณค่าการสูญเสียดิน

การคำนวณค่าการสูญเสียดินกระทำบนฐานข้อมูลแบบเวคเตอร์ (vector) กำหนดขนาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส (grid cell หรือ pixel) สำหรับเก็บข้อมูลเท่ากับ 250x250 เมตร ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1) นำข้อมูลดิจิตอลทุกชุดเข้าสู่ระบบโปรแกรมอิลวิส (ILWIS) เป็นชั้นข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน ชั้นข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา ชั้นข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน ชั้นข้อมูลแผนที่เส้นความสูงเท่า และชั้นข้อมูล 3 มิติของความสูง ทำการแก้ไขข้อมูลส่วนที่ผิดพลาดเนื่องจากการอ่านข้อมูลเข้าไม่สมบูรณ์ ตรวจสอบความถูกต้องของค่าแอทริบิว (attributes) จัดการตารางแอทริบิวของทุกชั้นข้อมูลให้พร้อมและทำการคำนวณค่าปัจจัย K L S และ CP ตามหลักวิธีที่ใช้ในการประเมินค่าปัจจัยเหล่านี้ดังได้กล่าวมาแล้ว

2) สร้างชั้นข้อมูลค่าปัจจัย KLS ของพื้นที่ราบ จากชั้นข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินและค่าแอทริบิว KLS เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า KLS_SOIL มีค่าข้อมูลเป็นตัวเลข (value) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3) สร้างชั้นข้อมูลค่าปัจจัย KLS ของพื้นที่สูง จากชั้นข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาและค่าแอทริบิว KLS เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า KLS_GEO มีค่าข้อมูลเป็นตัวเลข ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4) คำนวณแผนที่โดยรวมชั้นข้อมูล KLS_SOIL และ KLS_GEO เข้าด้วยกัน เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า KLS_FACT

5) สร้างชั้นข้อมูลค่าปัจจัย CP จากชั้นข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินและค่าแอทริบิว CP เรียกข้อมูลชุดนี้ว่า CP_FACT มีค่าข้อมูลเป็นตัวเลข ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

6) ข้อมูลน้ำฝนและเส้นฝนเท่านำเข้าโดยใช้โปรแกรม Surfer, MapEntry, DemMarker และนำเข้าโปรแกรม IDRISI คำนวณค่าปัจจัย R แล้วนำเข้าระบบอิลวิส ตรวจสอบความถูกต้องของค่าแอทริบิว ข้อมูลชุดนี้เรียกว่า R_FACT มีค่าข้อมูลเป็นตัวเลข ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

7) คำนวณแผนที่โดยนำชั้นข้อมูล R_FACT , KLS_FACT , CP_FACT มาคูณกัน ผลที่ได้คือ ค่าปริมาณการสูญเสียดิน หน่วยเป็นตันต่อเฮคแตร์ต่อปี เรียกชั้นข้อมูลชุดนี้ว่า TONHA ตรวจสอบความถูกต้องของ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล

8) นำชั้นข้อมูล TONHA มาจัดกลุ่มใหม่ตามเกณฑ์การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายจากค่าการสูญเสียดิน ข้อมูลชุดนี้คือ แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้งในขั้นสุดท้าย

การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน

การสูญเสียดินจะส่งผลกระทบเสียหายรุนแรงหรือไม่ ย่อมขึ้นกับลักษณะของดินในแต่ละพื้นที่ หากกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างรวดเร็วและดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติสูง แม้จะมีอัตราการสูญเสียดินสูงก็อาจไม่มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน ตรงกันข้ามถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและกระบวนการเกิดดินเป็นไปอย่างช้า ๆ แม้มีการสูญเสียดินเพียงเล็กน้อยก็อาจส่งผลกระทบเสียหายรุนแรงต่อการใช้ประโยชน์บนที่ดินนั้น ค่าการสูญเสียดินเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะตามธรรมชาติของดินย่อมสามารถวิเคราะห์ความเสียหายจากการชะล้างพังทลายของดินได้

ค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการการสูญเสียดินสากล นำมาจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดิน และแสดงผลออกมาเป็นแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงขอบเขตของพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลาย และระดับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำต่อไป

การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน ยึดถือตามแนวคิดดังต่อไปนี้ คือ

1. ค่าการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับพื้นที่เกษตร คือ ระดับที่ยังคงได้รับผลผลิตพืช และมีความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ (USDA, 1997)
2. ดินมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์มาก เมื่อการใช้ประโยชน์นั้นมีความยั่งยืนนาน 25 ปี หรือมากกว่าขึ้นไป (FAO, 1993)
3. คู่มือการสำรวจดิน (Soil Survey Manual) แนะนำให้จำแนกการชะล้างพังทลายของดินสำหรับพื้นที่เกษตรกรรม เป็น 4 ระดับ โดยพิจารณาจากอัตราการสูญเสียดินชั้นบนที่เรียกว่าชั้น A และ E horizon (USDA, 1993) คือ

   ชั้น 1 : การสูญเสียดินเป็นค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 25% ของความหนาของชั้น A/E เดิม (หรือของความหนา 20 ซม. ถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 ซม.) สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีการชะล้างพังทลาย หรือมีการชะล้างพังทลายน้อยกว่า 20% ของพื้นที่

   ชั้น 2 : การสูญเสียดินเป็นค่าเฉลี่ย 25-75% ของความหนาของชั้น A/E (หรือของความหนา 20 ซม. ถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 ซม.) พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ยังมีชั้น A/E เหลืออยู่แต่ถูกไถปนกับดินล่างไปแล้ว บริเวณที่ชั้น A/E ลึก จะยังคงเห็นได้ชัดเจน

   ชั้น 3 : การสูญเสียดินชั้นบนมากกว่า 75% ของความหนาชั้น A/E เดิม (หรือของความหนา 20 ซม. ถ้า A/E หนาน้อยกว่า 20 ซม.) พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่มีดินล่างใต้ชั้น A/E โผล่ขึ้นมา บริเวณที่มีชั้น A/E ลึก อาจมีดินบนเหลืออยู่บ้างแต่ถูกไถปนกับดินชั้นล่างไปแล้ว

ชั้น 4 : ทั่วพื้นที่มีการสูญเสียดินทั้งหมดของชั้น A/E (หรือดินบน 20 ซม. ถ้าชั้น A/E หนาน้อยกว่า 20 ซม.) พบเห็นร่องลึก (gully) จำนวนมาก

4. การสำรวจลักษณะหน้าตัดและความลึกของชั้น A/E ของชุดดินต่าง ๆในประเทศไทยโดยกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินในประเทศไทยในสภาพปกคลุมด้วยพืชพรรณธรรมชาติ มีความหนาเฉลี่ยของชั้น A/E อยู่ที่ 24 เซนติเมตร

5. การวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของชุดดินต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินในสภาพธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 1.3 กรัม/ลบ.ซม.

6. ผลการศึกษาการสูญเสียดินในแปลงทดลองในชุดดินต่าง ๆ ของกรมพัฒนาที่ดิน

จากข้อพิจารณาทั้งหมดข้างต้นสามารถกำหนดปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับดินในประเทศไทยเป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปี หรือเทียบเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปี การสูญเสียในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน จำแนกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 10 คือ

ชั้น 1 น้อยมาก (very slight) อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี (0-0.96 มิลลิเมตรต่อปี)

ชั้น 2 น้อย (slight) อัตราการสูญเสียดิน 2-5 ตันต่อไร่ต่อปี (0.96-2.4 มิลลิเมตรต่อปี) ขั้นนี้การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นเป็นพื้นที่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

ชั้น 3 ปานกลาง (moderate) อัตราการสูญเสียดิน 5-15 ตันต่อไร่ต่อปี (2.4-7.2 มิลลิเมตรต่อปี) การชะล้างพังทลายมีผลทำให้ความต้องการในการจัดการดินผิดไปจากเดิม หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น แต่ดินยังมีขีดความสามารถใช้ปลูกพืชได้เหมือนเดิม

ชั้น 4 รุนแรง (severe) อัตราการสูญเสียดิน 15-20 ตันต่อไร่ต่อปี (7.2-9.6 มิลลิเมตรต่อปี) การชะล้างพังทลายทำให้ขีดความสามารถของดินสำหรับปลูกพืชเปลี่ยนเลวลงกว่าเดิม เช่น ดินไม่สามารถใช้ปลูกข้าวโพดได้อีกต่อไปต้องเปลี่ยนไปทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แทน และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงมากเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้ใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม

ชั้น 5 รุนแรงมาก (very severe) อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี (มากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี) มีการชะล้างพังทลายเป็นร่องลึก (gully) เกิดขึ้นทั่วไป

ตารางที่ 10 การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตัน/ไร่/ปี	มิลลิเมตร/ปี
1 : น้อยมาก	0 - 2	0 - 0.96
2 : น้อย	2 - 5	0.96 - 2.4
3 : ปานกลาง	5 - 15	2.4 - 7.2
4 : รุนแรง	15 - 20	7.2 - 9.6
5 : รุนแรงมาก	มากกว่า 20	มากกว่า 9.6

ผลการศึกษา

การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ระดับประเทศและระดับภาค ใช้วิธีการศึกษาคำนวณปริมาณการสูญเสียดินจากสมการการสูญเสียดินสากล และพิจารณาจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินตามลักษณะของดินในประเทศไทย โดยมีการวิเคราะห์แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ราบ และพื้นที่สูง

พื้นที่ราบ หมายถึง ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกเป็นกลุ่มชุดดินที่ 1-61 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

พื้นที่สูง หมายถึง ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกเป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

เนื่องจากพื้นที่สูงมีความเปราะบางและเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินมาก หากมีการใช้ประโยชน์อย่างไม่ระมัดระวัง นอกจากนี้ยังมีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายแบบอื่นที่มีความเสียหายรุนแรงกว่าการสูญเสียดินตามหลักของสมการการสูญเสียดินสากล เช่น การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก (gully) และการเกิดดินถล่ม (Landslide) เป็นต้น ในการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินจึงได้พิจารณาแยกพื้นที่สูงออกจากพื้นที่ราบเพื่อให้แผนที่ชุดนี้มีข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนสำหรับนำไปใช้ในการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำ ตลอดจนการวางแผนโครงการพัฒนาต่าง ๆ ในระดับภาคและระดับประเทศต่อไป

ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่สูง ใช้วิธีคำนวณปริมาณการสูญเสียดิน และหลักเกณฑ์การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินเช่นเดียวกันดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ราบและพื้นที่สูงในแผนที่แสดงให้เห็นด้วยสี คือ พื้นที่ราบเป็นสีแดง-ม่วง และพื้นที่สูงเป็นสีเขียว-เหลือง และในพื้นที่สูงมีสัญลักษณ์อักษรภาษาอังกฤษ H (Highland) ต่อท้ายตัวเลขชั้นความรุนแรง

แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ประกอบด้วยหน่วยแผนที่ 10 หน่วย ของพื้นที่ราบและพื้นที่สูง รวมกัน มีคำอธิบายดังนี้

คำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

1 **การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก** คือ มีการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่นี้ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบและใช้ประโยชน์ในการทำนา ปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น

2 **การชะล้างพังทลายของดินน้อย** คือ มีการสูญเสียดิน 2-5 ตันต่อไร่ต่อปี พื้นที่นี้ควรจะมีการใช้ที่ดินอย่างระมัดระวังโดยการปลูกพืชตามแนวระดับหรือขวางความลาดเท และมีการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรได้อย่างยั่งยืน พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ไม้ผล ไม้ยืนต้น และสวนป่า

การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

ประเทศไทย มีเนื้อที่ทั้งหมด 320.7 ล้านไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-50 ตันต่อไร่ต่อปี โดยภาคใต้มีการสูญเสียดินสูงกว่าภาคอื่น คือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0-50 ตันต่อไร่ต่อปี ขณะที่ภาคเหนือพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0-38 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคกลางพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-17 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคตะวันออกพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-16 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคตะวันตกมีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-10 ตันต่อไร่ต่อปี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการสูญเสียดินต่ำสุด คือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-4 ตันต่อไร่ต่อปี จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินทั้งประเทศได้ดังนี้ (ตารางที่ 11 และแผนที่แนบท้ายภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	169,794,437	ไร่	54.17 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	42,878,012	ไร่	14.92 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	9,797,689	ไร่	3.78 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	692,935	ไร่	0.18 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	2,282,913	ไร่	0.54 %
	รวมพื้นที่ราบ		225,445,986	ไร่	73.59 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	41,739,376	ไร่	12.07 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	25,880,330	ไร่	6.81 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	14,290,486	ไร่	4.16 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	2,678,879	ไร่	0.61 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	10,653,858	ไร่	2.77 %
	รวมพื้นที่สูง		95,242,929	ไร่	26.42 %
	รวมพื้นที่ทั้งประเทศ		320,698,916	ไร่	100.0 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคกลาง

ภาคกลางมีเนื้อที่ทั้งหมด 11,713,521 ไร่ หรือ 3.65 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร ชัยนาท นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ลพบุรี สระบุรี สิงห์บุรี และอ่างทอง พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-17 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่หรือสภาพเป็นป่าเสื่อมโทรมและมีฝนตกมาก จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	8,942,102 ไร่	76.34 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	1,634,036 ไร่	13.95 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	223,728 ไร่	1.91 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	2,343 ไร่	0.02 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	28,112 ไร่	0.24 %
	รวมพื้นที่ราบ		10,830,321 ไร่	92.46 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	156,961 ไร่	1.34 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	119,478 ไร่	1.02 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	371,319 ไร่	3.17 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	70,281 ไร่	0.60 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	165,161 ไร่	1.41 %
	รวมพื้นที่สูง		883,200 ไร่	7.54 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		11,713,521 ไร่	100 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคตะวันออก

ภาคตะวันออก มีเนื้อที่ทั้งหมด 23,441,534 ไร่ หรือ 7.31 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด คือ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตราด นครนายก ปราจีนบุรี ระยอง สมุทรปราการ และสระแก้ว พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-16 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่และมีฝนตกมาก จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	12,334,312 ไร่	52.65 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	4,950,852 ไร่	21.12 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	2,384,004 ไร่	10.17 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	56,260 ไร่	0.24 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	142,993 ไร่	0.61 %
	รวมพื้นที่ราบ		19,868,421 ไร่	84.79 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	2,602,010	ไร่	11.10 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	232,071	ไร่	0.99 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	391,474	ไร่	1.67 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	25,786	ไร่	0.11 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	311,772	ไร่	1.33 %
	รวมพื้นที่สูง		3,563,113	ไร่	15.20 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		23,441,534	ไร่	99.99 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคตะวันตก

ภาคตะวันตกมีเนื้อที่ทั้งหมด 28,804,847 ไร่ หรือ 8.98 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 8 จังหวัด คือ กาญจนบุรี นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และสุพรรณบุรี พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-10 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่ จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	11,585,309	ไร่	40.22 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	4,732,636	ไร่	16.43 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	927,516	ไร่	3.22 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	28,805	ไร่	0.10 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	66,251	ไร่	0.23 %
	รวมพื้นที่ราบ		17,340,517	ไร่	60.20 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	2,338,954	ไร่	8.12 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	5,893,472	ไร่	20.46 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	2,912,170	ไร่	10.11 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	37,446	ไร่	0.13 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	282,288	ไร่	0.98 %
	รวมพื้นที่สูง		11,464,330	ไร่	39.80 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		28,804,847	ไร่	100 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคเหนือ

ภาคเหนือมีเนื้อที่ทั้งหมด 107,008,141 ไร่ หรือ 33.37 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 17 จังหวัด คือ กำแพงเพชร เชียงราย ตาก นครสวรรค์ น่าน พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี และพะเยา พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-38 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่ จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	36,018,940 ไร่	33.66 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	11,139,547 ไร่	10.41 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	2,964,126 ไร่	2.77 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	374,528 ไร่	0.35 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	1,519,516 ไร่	1.42 %
	รวมพื้นที่ราบ		52,016,657 ไร่	48.61 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	16,532,758 ไร่	15.45 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	19,389,875 ไร่	18.12 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	9,780,544 ไร่	9.14 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	2,129,462 ไร่	1.99 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	7,158,845 ไร่	6.69 %
	รวมพื้นที่สูง		54,991,484 ไร่	51.39 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		107,008,141 ไร่	100 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเนื้อที่ทั้งหมด 105,533,909 ไร่ หรือ 32.91 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 19 จังหวัด คือ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ ยโสธร นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย อุดรธานี อุบลราชธานี มุกดาหาร หนองบัวลำภู และอำนาจเจริญ ภาคนี้มีการสูญเสียดินต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นของประเทศ คือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-4 ตันต่อไร่ต่อปี เนื่องจากพื้นที่ลาดชันสูงมีอยู่น้อยเพียง 7.8 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งภาค และสภาพการใช้ที่ดินเป็นป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	80,733,440	ไร่	76.5 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	14,162,651	ไร่	13.42 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	2,184,552	ไร่	2.07 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	116,087	ไร่	0.11 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	327,155	ไร่	0.31 %
	รวมพื้นที่ราบ		97,523,885	ไร่	92.41 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	6,933,578	ไร่	6.57 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	232,175	ไร่	0.22 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	759,844	ไร่	0.72 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	84,427	ไร่	0.08 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	-	ไร่	- %
	รวมพื้นที่สูง		8,010,024	ไร่	7.59 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		105,533,909	ไร่	100 %

การชะล้างพังทลายของดินภาคใต้

ภาคใต้ มีเนื้อที่ทั้งหมด 44,196,964 ไร่ หรือ 13.78 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 14 จังหวัด คือ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลา ระนอง สงขลา สตูล และสุราษฎร์ธานี พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0-50 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่เป็นป่าเสื่อมโทรมและมีฝนตกมาก 3000-4000 มิลลิเมตร จำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ดังนี้ (แผนที่แนบท้ายในภาคผนวก)

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	20,180,334 ไร่	45.67 %
ชั้น 2	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	6,258,290 ไร่	14.16 %
ชั้น 3	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	1,113,763 ไร่	2.52 %
ชั้น 4	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	114,912 ไร่	0.26 %
ชั้น 5	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	198,886 ไร่	0.45 %
	รวมพื้นที่ราบ		27,866,185 ไร่	63.06 %

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)

ชั้น 1H	การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก	มีเนื้อที่	13,175,115 ไร่	29.81 %
ชั้น 2H	การชะล้างพังทลายของดินน้อย	มีเนื้อที่	13,259 ไร่	0.03 %
ชั้น 3H	การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง	มีเนื้อที่	75,135 ไร่	0.17 %
ชั้น 4H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง	มีเนื้อที่	331,477 ไร่	0.75 %
ชั้น 5H	การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก	มีเนื้อที่	2,735,792 ไร่	6.19 %
	รวมพื้นที่สูง		16,330,778 ไร่	36.95 %
	รวมพื้นที่ทั้งภาค		44,196,964 ไร่	100.1 %

ตารางที่ 11 แสดงเนื้อที่การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินรายภูมิภาคและประเทศ

ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	ภาคกลาง		ภาคตะวันออก		ภาคตะวันตก		ภาคเหนือ		ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคใต้		ประเทศ	
	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%
พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)														
1 : น้อยมาก	8,942,102	76.34	12,334,312	52.65	11,585,309	40.22	36,018,940	33.66	80,733,440	76.50	20,180,334	45.67	169,794,437	52.95
2 : น้อย	1,634,036	13.95	4,950,852	21.12	4,732,636	16.43	11,139,547	10.41	14,162,651	13.42	6,258,290	14.16	42,878,012	13.37
3 : ปานกลาง	223,728	1.91	2,384,004	10.17	927,516	3.22	2,964,126	2.77	2,184,552	2.07	1,113,763	2.52	9,797,689	3.06
4 : รุนแรง	2,343	0.02	56,260	0.24	28,805	0.10	374,528	0.35	116,087	0.11	114,912	0.26	692,935	0.22
5 : รุนแรงมาก	28,112	0.24	142,993	0.61	66,251	0.23	1,519,516	1.42	327,155	0.31	198,886	0.45	2,282,913	0.71
พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์)														
1H : น้อยมาก	156,961	1.34	2,602,010	11.10	2,338,954	8.12	16,532,758	15.45	6,933,578	6.57	13,175,115	29.81	41,739,376	13.02
2H : น้อย	119,478	1.02	232,071	0.99	5,893,472	20.46	19,389,875	18.12	232,175	0.22	13,259	0.03	25,880,330	8.07
3H : ปานกลาง	371,319	3.17	391,474	1.67	2,912,170	10.11	9,780,544	9.14	759,844	0.72	75,135	0.17	14,290,486	4.46
4H : รุนแรง	70,281	0.60	25,786	0.11	37,446	0.13	2,129,462	1.99	84,427	0.08	331,477	0.75	2,678,879	0.84
5H : รุนแรงมาก	165,161	1.41	311,772	1.33	282,288	0.98	7,158,845	6.69	-	-	2,735,792	6.19	10,653,858	3.32
รวมเนื้อที่ภาค	11,713,521	100	23,441,534	100	28,804,847	100	107,008,141	100	105,533,909	100	44,196,964	100	320,698,916	100
รวมพื้นที่มีปัญหา*	860,944	7.35	3,312,289	14.13	4,254,476	14.77	23,927,021	22.36	3,472,065	3.29	4,569,965	10.34	40,396,760	12.60

หมายเหตุ : * พื้นที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน คือ รวมชั้น 3-5 (พื้นที่ราบ) และ ชั้น 3H-5H (พื้นที่สูง) เข้าด้วยกัน

- หมายถึงมีเนื้อที่น้อยมาก น้อยกว่า 2,000 ไร่

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยครั้งนี้ กระทำไปตามข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินค่อนข้างเก่า เป็นข้อมูลจากการสำรวจระหว่างปี 2521-2540 ซึ่งในปีงบประมาณนี้กรมพัฒนาที่ดินจะมีการปรับปรุงข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินขึ้น เมื่อได้ข้อมูลการใช้ที่ดินที่เป็นปัจจุบันแล้ว จะทำให้การประเมินค่าการสูญเสียดินและการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินมีความถูกต้องมากขึ้น

2. แผนที่การชะล้างพังทลายของดินนี้ แสดงเปรียบเทียบให้เห็นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในบริเวณต่าง ๆ เป็นการเปรียบเทียบในภาพรวมไม่ใช่เฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง ส่วนการจะนำไปใช้ประโยชน์นั้น ควรมีการประเมินใหม่อีกครั้ง ตามข้อมูลเฉพาะของพื้นที่ซึ่งมีความผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา ทั้งสภาพฝน การใช้ที่ดิน ชนิดและสมบัติของดิน และความลาดชันของพื้นที่

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่เอื้อประโยชน์อย่างมาก สำหรับการวิเคราะห์จัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ซึ่งเกี่ยวข้องกับข้อมูลจำนวนมากจากหลายแหล่งข้อมูล และเป็นการนำข้อมูลดิจิตอลที่มีอยู่แล้วมาใช้ประโยชน์ การจัดทำแผนที่สามารถกระทำได้ในระยะเวลา 1 ปี โดยใช้ฐานข้อมูลแผนที่ที่มีรายละเอียดระดับมาตราส่วน 1:50,000 ในการวิเคราะห์ข้อมูล อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลดิจิตอลที่ได้มานั้นอยู่ในรูปแบบต่างกัน เป็นข้อมูลจากโปรแกรม ArcInfo และ ArcView และนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ILWIS จึงเกิดปัญหาทางด้านการโอนย้ายข้อมูลจากระบบอื่นเข้าสู่โปรแกรม ILWIS ซึ่งไม่สามารถกระทำได้อย่างสมบูรณ์ ต้องเสียเวลาในการแก้ไขและจัดการระบบข้อมูลมาก ใช้เวลาประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของระยะเวลาดำเนินการทั้งหมด

นอกจากนี้แล้วข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ยังมีความคลาดเคลื่อนทางด้านตำแหน่งพิกัดและขอบเขตของข้อมูล ทำให้ไม่สามารถซ้อนทับกันได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการสร้างชั้นข้อมูล (layer) ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงควรคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาการแผนที่ด้วย เพื่อสามารถอ้างอิงตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้โดยยึดมาตรฐานของกรมแผนที่ทหาร และเมื่อนำไปใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะได้มีความถูกต้องและแม่นยำ

4. การดำเนินงานครั้งนี้เป็นความร่วมมือระหว่าง นักอนุรักษ์ดินและน้ำ นักสำรวจดิน นักวิชาการเกษตร และนักวิชาการแผนที่ ในการแปลความหมายและกำหนดค่าข้อมูลแผนที่สำหรับปัจจัยในสมการการสูญเสียดินสากล และการพิจารณาค่าการสูญเสียดินเพื่อจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน ข้อตกลงร่วมระหว่างนักวิชาการสาขาต่าง ๆ นี้ จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในระยะต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน 2526. การใช้สมการการสูญเสียดินสากลและมาตรการอนุรักษ์ดิน 266 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน 2534. การสำรวจดินโครงการพัฒนาพื้นที่สูง เอกสารวิชาการกองสำรวจและจำแนกดิน

นิพนธ์ ตั้งธรรม 2527. การควบคุมการพังทลายของดิน ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 618 หน้า

พิชัย วิชัยดิษฐ์ และไพบูลย์ ประโมจนีย์ 2535. การสำรวจศึกษาและทำแผนที่แสดงสภาพการชะล้างพังทลายของดิน ในจังหวัดขอนแก่น ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาการเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สมเจตน์ จันทวัฒน์ 2526. สมการสูญเสียดินสากล. การอนุรักษ์ดินและน้ำเล่มที่สอง หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 454-510

FAO 1993. FESLM : An international framework for evaluating sustainable land management, World Soil Resource Report 73.

Huizing, H. and K. Bronsveld. 1992. The use of geo-information systems and remote sensing for evaluating the sustainability of land use systems. Proc. international workshop on evaluation of sustainable land management in the developing world, Chiang Rai, Thailand (September 1991), IBSRAM. Bangkok.

International Institute for Aerospace Survey & Earth Sciences. 1997. ILWIS 2.1 for Windows : Application Guide. Enschede, The Netherlands.

Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, McCool, and D.C. Yoder, Coordinators. 1997. Predicting soil erosion by water : A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation.

Srikhajon, M., A. Somrang , P. Pramojanee, S. Pradubvith, and C. Anecksamphant. 1984. Application of the Universal Soil Loss Equation for THAILAND. Fifth Asean Conference, Bangkok, Thailand, 10 - 23 June 1984.

Takagi Azuma. 1994. Report on Soil Erosion Analysis Methods. Japan International Cooperative Agency in Cooperation with Department of Land Development, LWCC 94-1.

U.S. Department of Agriculture. 1993. Soil Survey Manual. Agricultral handbook No.18.

U.S. Department of Agriculture, Agricultural research service. 1997. Predicting soil erosion by water : A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agricultural handbook No. 703.

Wischmeier, W.H., C.B. Johnson and B.V. Cress. 1971. A Soil Erodibility for farmland and construction sites. Soil and Water Conservation.

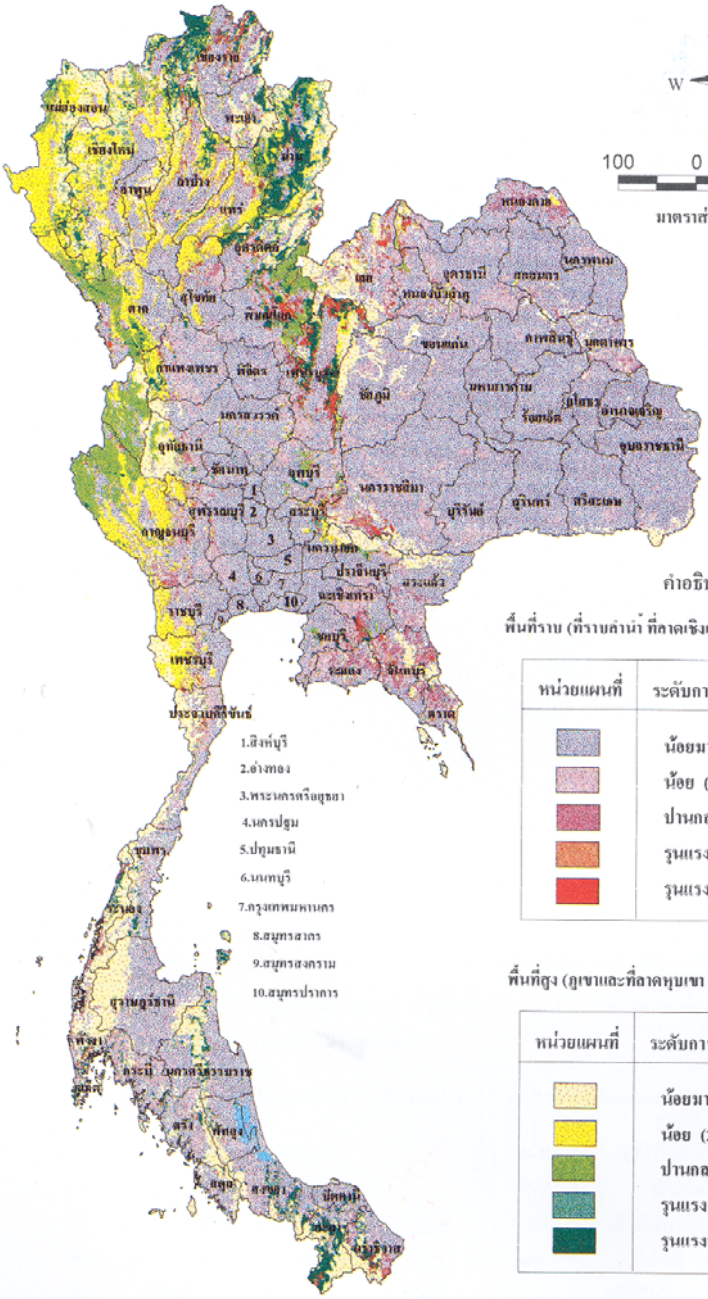
Wischmeier, W.H. and D.D. Smith 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. USDA Agric. Handbook No. 537, 58 p.

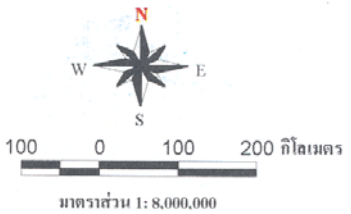
ภาคผนวก

400000 1200000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ในประเทศไทย

2200000





คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%)

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	52.95
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	13.37
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	3.06
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.22
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.71

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%)

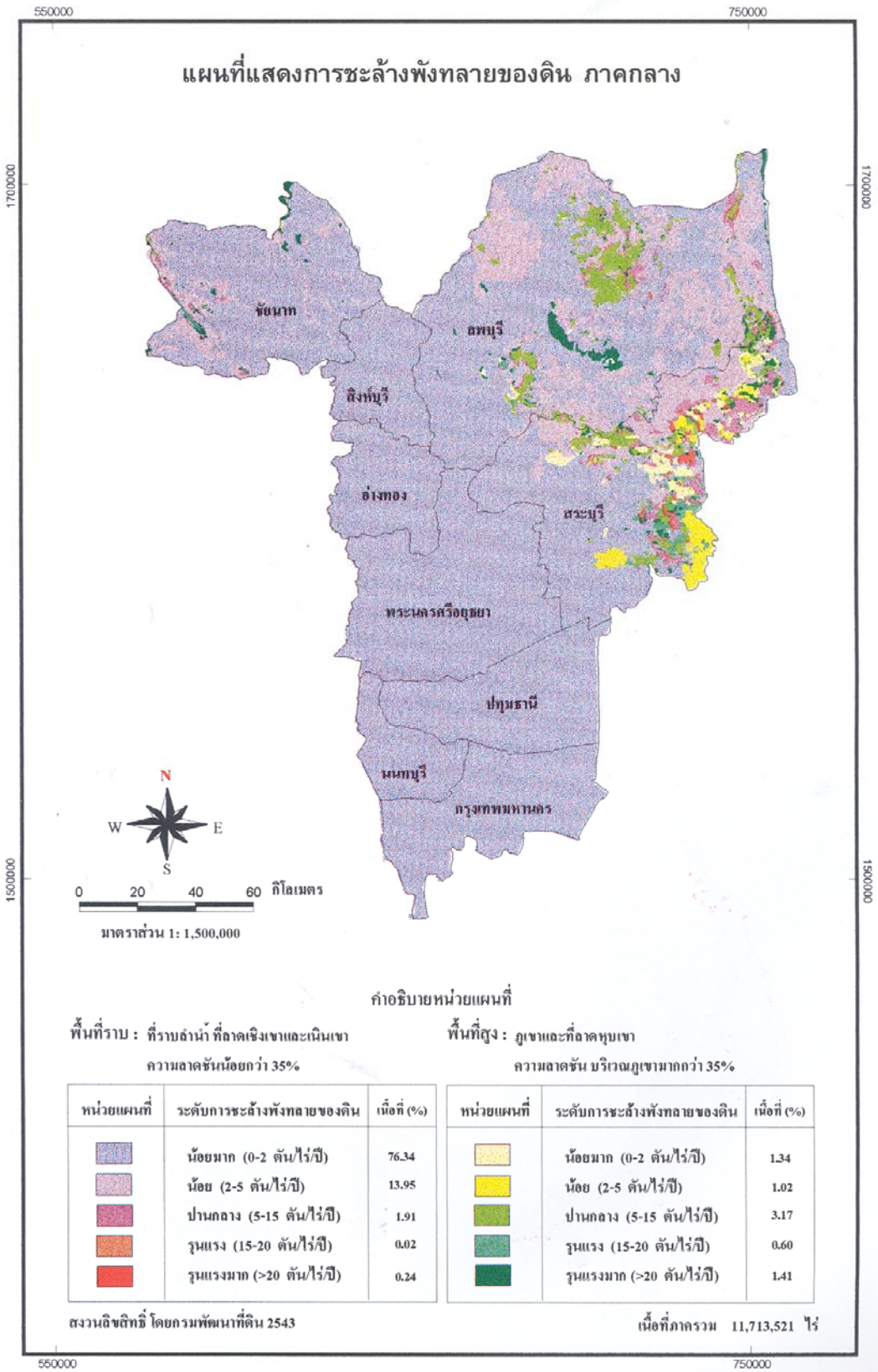
หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	13.02
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	8.07
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	4.46
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.84
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	3.32

เนื้อที่รวม 320,698,916 ไร่

600000

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

400000 1200000



คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ : ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%

พื้นที่สูง : ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	76.34
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	13.95
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	1.91
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.02
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.24

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	1.34
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	1.02
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	3.17
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.60
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	1.41

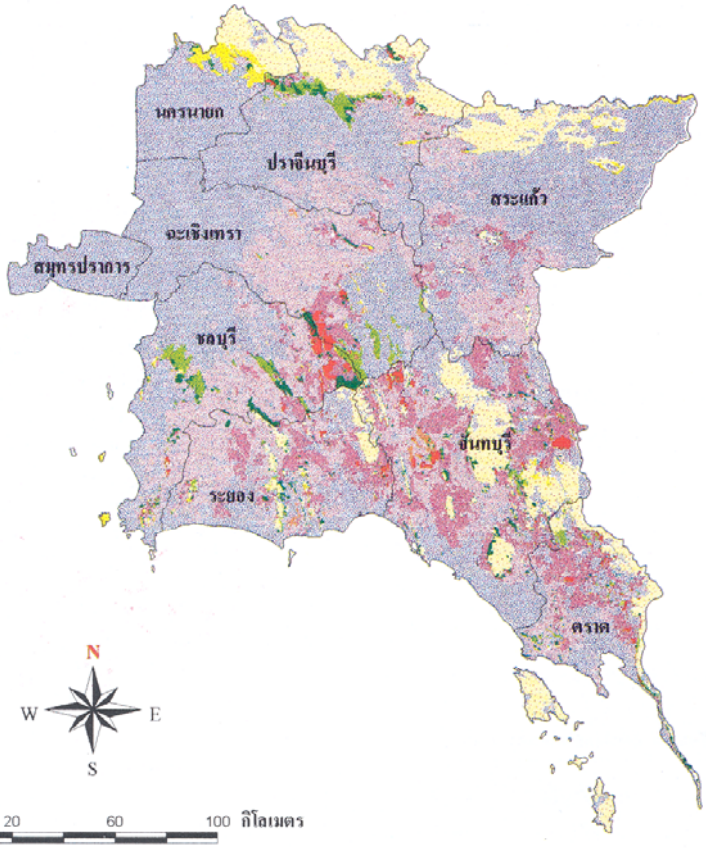
สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

เนื้อที่ภาครวม 11,713,521 ไร่

650000 950000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันออก

1600000 1600000



1300000 1300000

มาตราส่วน 1:2,500,000

คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ : ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%

พื้นที่สูง : ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	52.65
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	21.12
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	10.17
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.24
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.61

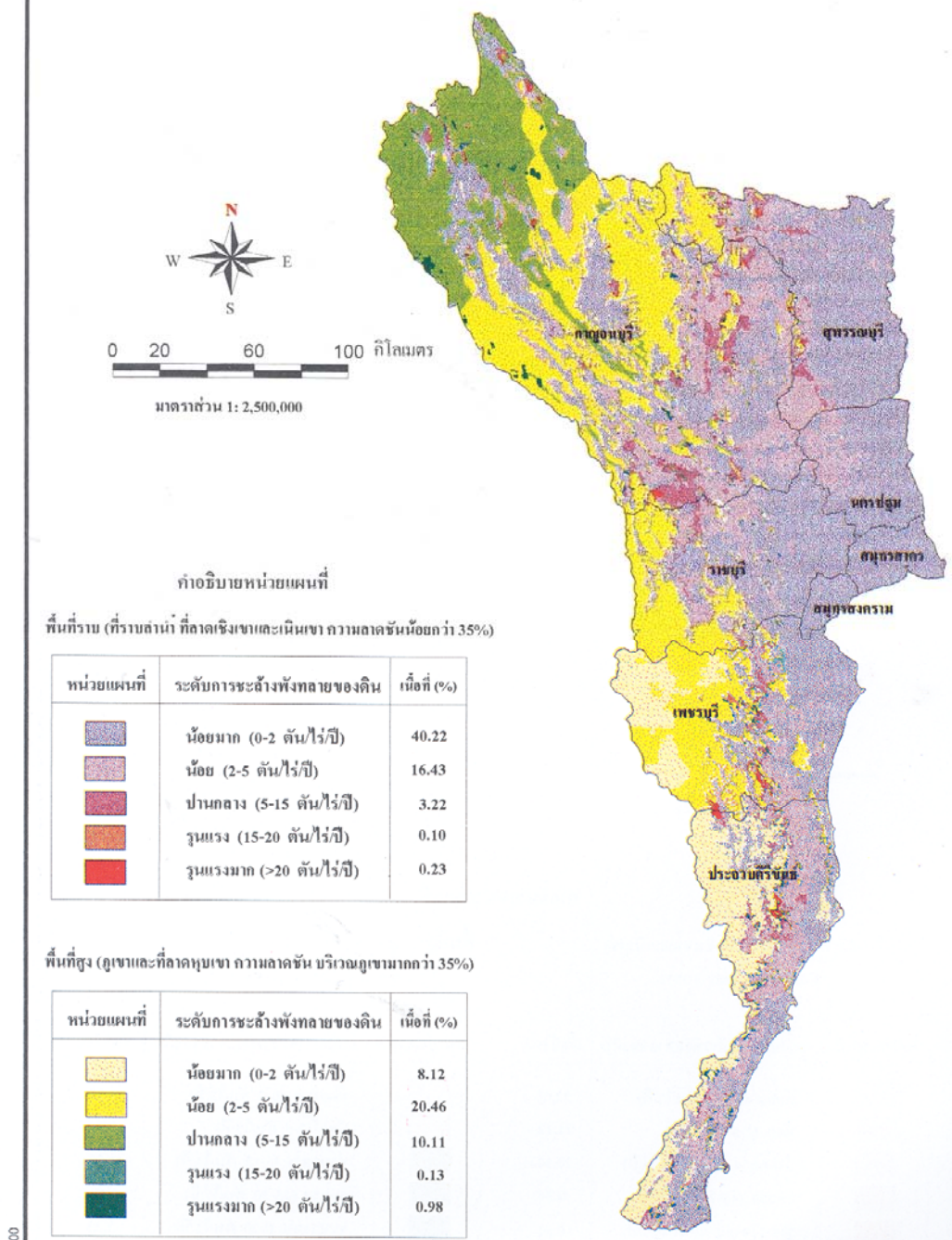
หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	11.10
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	0.99
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	1.67
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.11
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	1.33

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

เนื้อที่ภาครวม 23,441,534 ไร่

650000 950000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันตก



คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ (ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%)

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	40.22
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	16.43
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	3.22
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.10
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.23

พื้นที่สูง (ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%)

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	8.12
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	20.46
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	10.11
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.13
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.98

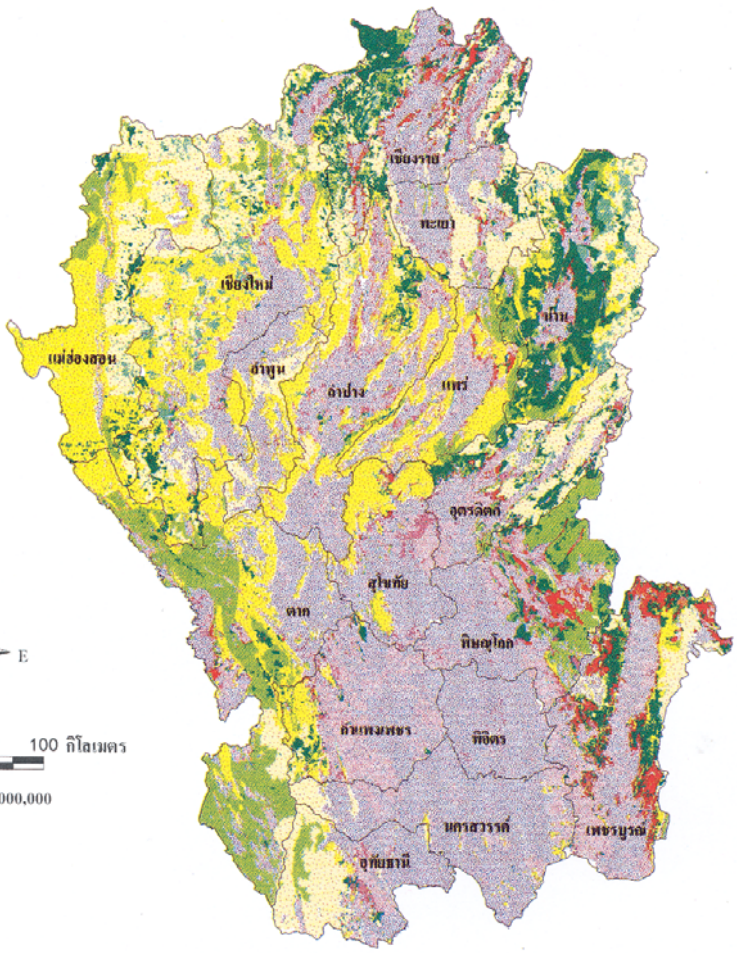
เนื้อที่ภาคตะวันตก 28,804,847 ไร่

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

300000 800000

2300000 2300000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ภาคเหนือ



มาตราส่วน 1:4,000,000

1700000 1700000

คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ : ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%

พื้นที่สูง : ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	33.66
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	10.41
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	2.77
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.35
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	1.42

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	15.45
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	18.12
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	9.14
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	1.99
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	6.69

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

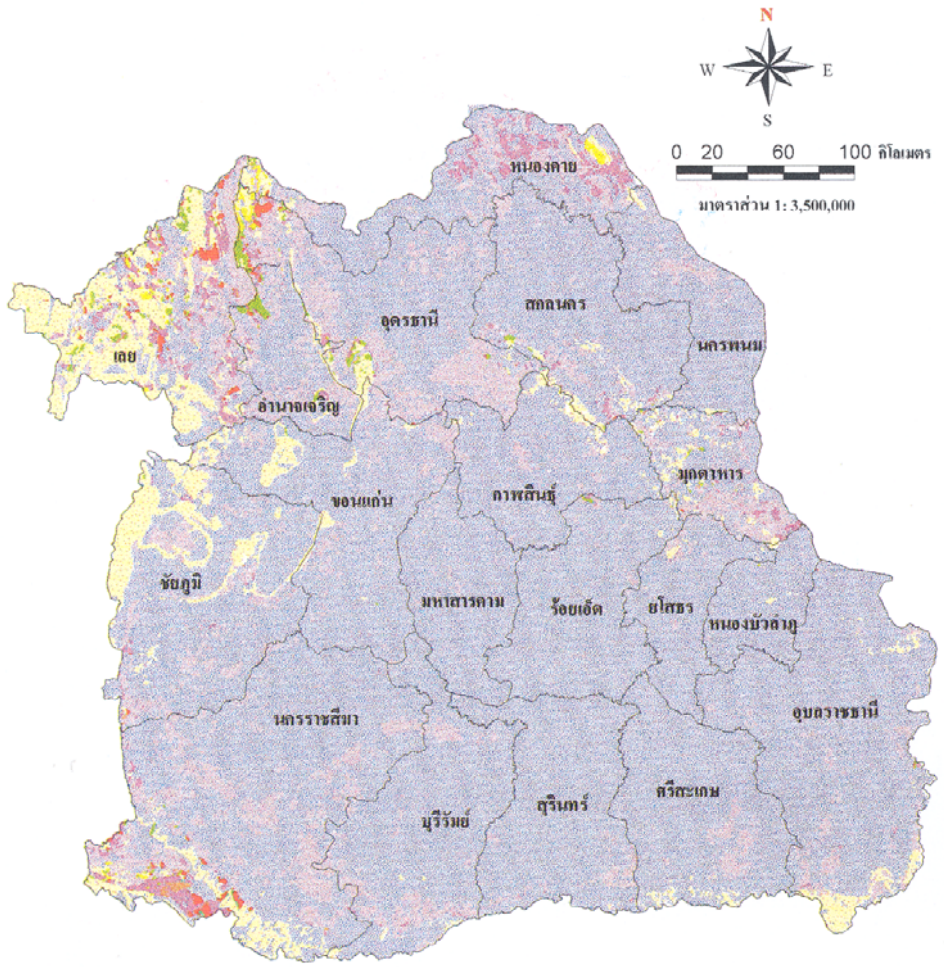
เนื้อที่ภาครวม 107,008,141 ไร่

300000 800000

700000 1200000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2100000 2100000



1600000 1600000

700000 1200000

คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ : ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%

พื้นที่สูง : ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	76.50
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	13.42
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	2.07
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.11
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.31

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	6.57
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	0.22
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	0.72
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.08
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	–

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

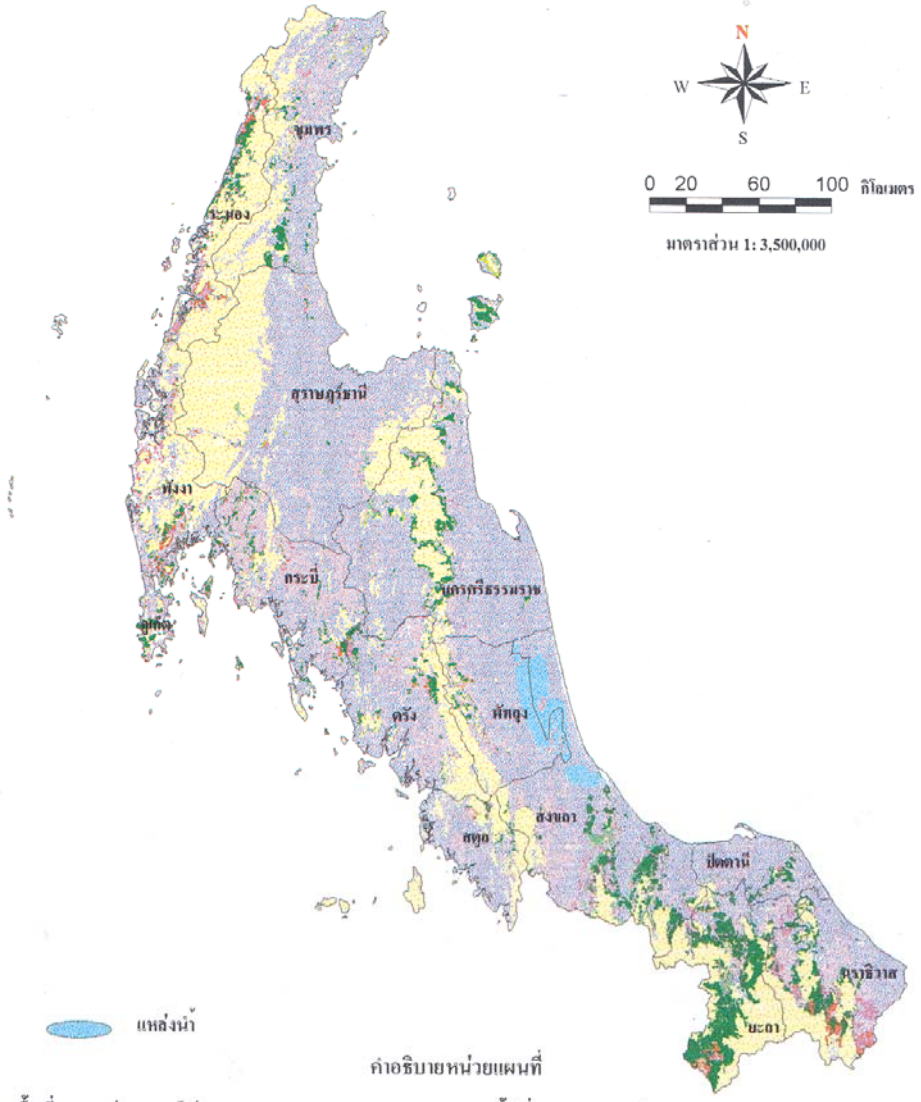
เนื้อที่ภาครวม 105,533,909 ไร่

400000 800000

แผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดิน ภาคใต้

1200000

700000



คำอธิบายหน่วยแผนที่

พื้นที่ราบ : ที่ราบลำน้ำ ที่ลาดเชิงเขาและเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35%

พื้นที่สูง : ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชัน บริเวณภูเขามากกว่า 35%

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	45.67
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	14.16
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	2.52
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.26
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	0.45

หน่วยแผนที่	ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	เนื้อที่ (%)
	น้อยมาก (0-2 ตัน/ไร่/ปี)	29.81
	น้อย (2-5 ตัน/ไร่/ปี)	0.03
	ปานกลาง (5-15 ตัน/ไร่/ปี)	0.17
	รุนแรง (15-20 ตัน/ไร่/ปี)	0.75
	รุนแรงมาก (>20 ตัน/ไร่/ปี)	6.19

สงวนลิขสิทธิ์ โดยกรมพัฒนาที่ดิน 2543

เนื้อที่ภาครวม 44,196,964 ไร่

400000 800000

คณะผู้จัดทำ

ที่ปรึกษาและผู้ควบคุมบริหารการปฏิบัติงาน

นายไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์ รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน

ผู้จัดทำ

คณะทำงานจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย
ระยะที่ 1 (ระดับประเทศ และ ระดับภาค)

นายมนู	ศรีขจร	ประธานคณะทำงาน
นายเดชา	สัมฤทธิ์	ที่ปรึกษาคณะทำงาน
นายพิชัย	วิชัยดิษฐ์	คณะทำงาน
นายชุมพล	คนศิลป์	คณะทำงาน
นายอิทธิพล	กลิ่นศรีสุข	คณะทำงาน
นางวรรณรัตน์	โททอง	คณะทำงาน
นายปราโมทย์	เหมศรีชาติ	คณะทำงาน
นายนิพันธ์	ช่อผกา	คณะทำงาน
นางสำรวย	ครุฑกุล	คณะทำงาน
นายวันเลิศ	วรรณปิยะรัตน์	คณะทำงาน
นายชวเลิศ	นวลโคกสูง	คณะทำงาน
นางสาวกมลรัตน์	เอี่ยมพรรัตน์	คณะทำงาน
นายสมศักดิ์	ทองวิวัฒน์	คณะทำงาน
นายสันติ	รัตนอานุภาพ	คณะทำงาน
นายพิพัฒน์	สุวัชรังกูร	คณะทำงาน
นางเบญจรัตน์	อนันต์พงษ์สุข	คณะทำงานและเลขานุการ
นางกิตติมา	ศิวอาทิตย์กุล	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
นางจุฬาลักษณ์	สุทธิรอด	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

คำสั่งกรมพัฒนาที่ดิน ที่ 139/2542 ลงวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2542

ผู้เรียบเรียงจัดทำระบบข้อมูลและแผนที่

นางผริดา	คุณีพงษ์	กองสำรวจและจำแนกดิน
นายสุธัม	ปลัดสงคราม	กองอนุรักษ์ดินและน้ำ
นายสมพร	ผาตินาวิน	สำนักงานพัฒนาที่ดินชายทะเล
นางสาวประทุมพร	ฟั่นเพ็ง	กองสำรวจและจำแนกดิน
นายสุชาติ	เหรียญทอง	กองสำรวจและจำแนกดิน
นางสาวรุ่งนภา	ตะวันรอน	กองสำรวจและจำแนกดิน
นางสาววนิดา	พานิกร	กองสำรวจและจำแนกดิน
นางสาวอรนุช	เสาศิริ	กองสำรวจและจำแนกดิน
นางสาวญาณิศา	หลอดอ่อน	กองสำรวจและจำแนกดิน

จัดพิมพ์โดย : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Email : ldd@ldd.go.th

สงวนลิขสิทธิ์ โดย กรมพัฒนาที่ดิน
ผู้ใดจะสำเนาหรือเผยแพร่ต่อให้บุคคลอื่น โปรดทำหนังสือขออนุญาตต่ออธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน และกำกับว่าได้รับอนุเคราะห์จากกรมพัฒนาที่ดิน

พิมพ์ที่ **ห้างหุ้นส่วนจำกัด เฟิรสเพรส**
215/1 ซอยเสนานิคม ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กทม. 10900

การชะล้างพังทลายของดิน
ในประเทศไทย

■ ระดับประเทศ ■ ระดับภาค