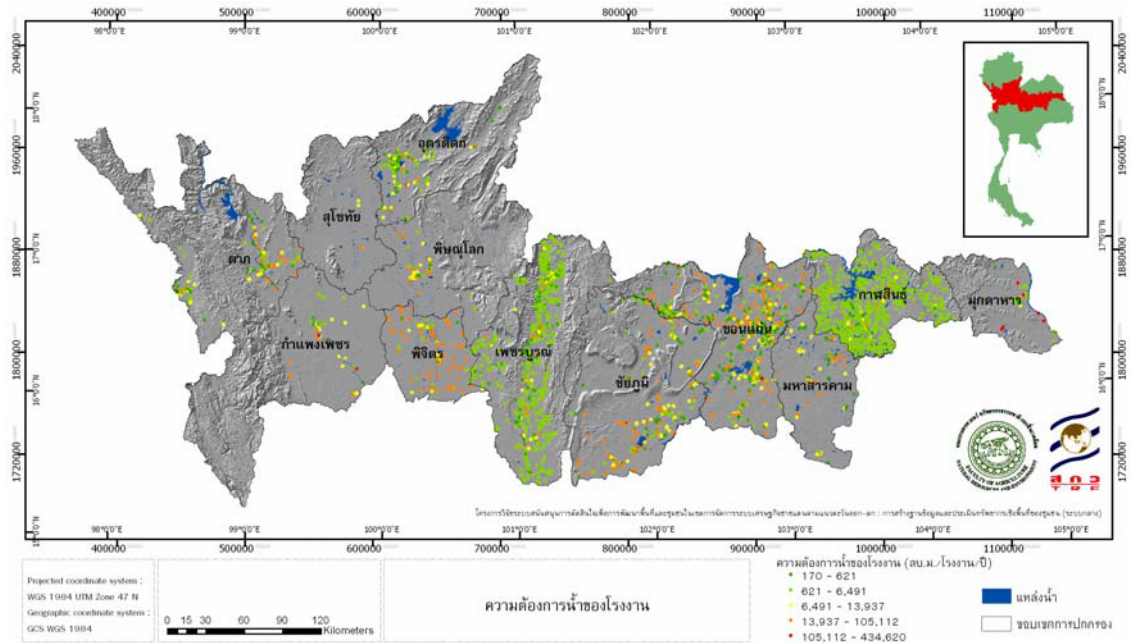
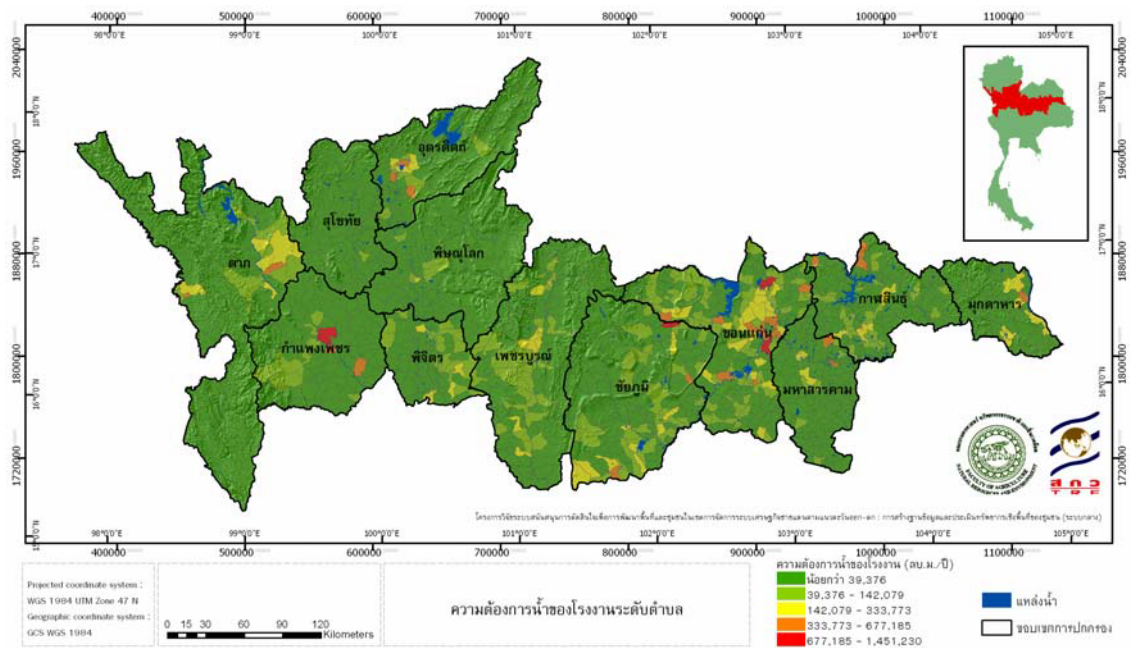


[illegible]

ภาพ 2-74 ปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งในและนอกเขตเทศบาล



ภาพ 2-75 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรม



ภาพ 2-76 ปริมาณความต้องการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมระดับตำบล

ภาพ 2-79 ปริมาณความต้องการน้ำของประชากรรวมทั้งในและนอกเขตเทศบาล
ความต้องการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมและการเพาะปลูก

ตาราง 2-53 ปริมาณความต้องการน้ำตามประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

รหัสโรงงาน	ประเภทโรงงาน	ความต้องการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
1	โรงสี	1.69
2	อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการซ่อมเครื่องยนต์	0.25
3	คอนกรีต ปูน	67.00
4	อิฐ/เตา	3.46
5	โหละ	0.34
6	อุตสาหกรรมอื่นๆ	20.42
7	ไอสกริม	10.75
8	น้ำ น้ำแข็ง	16.44
9	ไม้	1.29
10	แปรรูปอาหาร	17.01
11	เครื่องใช้ไฟฟ้า	2.42
12	อุตสาหกรรมทางเกษตร	42.36
13	ทำทราย	0.72
14	เหมือง โม่หิน	3.16
15	พิมพ์ กระดาษ	3.03
16	ร้าน/ประกอบรถ	0.58
17	โรงกลึง	0.84
18	ยา	0.91
19	น้ำมัน	0.37
20	เคมี	5.12
21	น้ำตาล	636.76
22	แป้งมัน	456.21
23	อะลูมิเนียม	9.51
24	ยาสูบ	154.00
25	สุรา	442.09
26	ห้าง	98.63

ตาราง 2-54 ปริมาณความต้องการน้ำแยกตามวัตถุประสงค์การใช้น้ำ

จังหวัด	อุปโภคบริโภค (ลบ.ม./ปี)		อุตสาหกรรม (ลบ.ม./ปี)	การเพาะปลูก (ลบ.ม./1 crop)
	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล		
กาฬสินธุ์	48,918,176	17,153,927	2,927,566	3,573,140,000
กำแพงเพชร	14,365,699	10,987,894	1,231,382	4,317,230,000
ขอนแก่น	80,373,584	27,549,466	8,474,201	7,106,360,000
ชัยภูมิ	35,825,830	20,321,320	3,650,376	7,422,520,000
ตาก	24,401,389	6,094,836	1,666,455	2,626,710,000
พิจิตร	24,822,102	8,056,262	1,556,309	2,870,820,000
พิษณุโลก	33,906,339	14,163,529	470,952	5,248,930,000
เพชรบูรณ์	33,017,258	14,272,004	2,627,810	7,170,430,000
มหาสารคาม	24,179,235	14,884,747	994,800	3,445,000,000
มุกดาหาร	10,764,755	5,972,564	1,191,911	1,706,980,000
สุโขทัย	26,075,133	10,525,155	93,236	3,255,550,000
อุดรดิตถ์	21,553,338	8,828,346	1,407,133	2,690,270,000
รวม	378,202,838	158,810,050	26,292,131	51,433,940,000
เปอร์เซ็นต์	0.73	0.31	0.05	98.92

(3) ปริมาณน้ำท่า (Runoff) คำนวณจากการประยุกต์ใช้วิธีของ SCS Curve Number (1972) โดยใช้เงื่อนไขความชื้นเริ่มต้นเป็น Antecedent Moisture Condition II (AMC II) จากชนิดของเนื้อดิน และประเภทสิ่งปกคลุมดิน ร่วมกับลักษณะความลาดเทของพื้นที่ ดังสมการ

$$R = [P - 0.2 S]^2 / [P + 0.8 S]$$

$$S = [1000 / CN] - 254$$

$$CN (I) = 4.2 CN (II) / 10 - 0.058 CN (II)$$

$$CN (III) = 23 CN (II) / 10 + 0.13 CN (II)$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.) P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.) และ CN = Curve Number

ค่า CN (ตาราง 2-55) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 ในขณะที่ S มีค่าจากศูนย์ถึงอนันต์ โดยถ้า CN มีค่ามากแสดงว่ามีศักยภาพในการเกิดการไหลบนผิวดินสูง ในการศึกษาครั้งนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่เงื่อนไขความชื้นเริ่มต้น (AMC II) กับปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในเงื่อนไขความชื้นในฤดูต่าง ๆ ดังตาราง 2-56 การคำนวณปริมาณน้ำท่าที่คำนวณแล้วนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลจำนวนรายสัปดาห์ใน 1 ปี

ภาพ 2-80 แสดงการกระจายของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี บริเวณที่มีปริมาณน้ำท่าผิวดินมาก เป็นบริเวณเดียวกับที่พบปริมาณของน้ำฝนมาก จังหวัดที่มีปริมาณน้ำท่าผิวดินมากได้แก่จังหวัดตากสำหรับจังหวัดที่มีปริมาณของน้ำท่าผิวดินน้อยที่สุดคือ จังหวัดมหาสารคาม

ตาราง 2-55 ค่า Curve Number (CN II)

ดิน	Fallow	Crops	Rice	Rotation	Pasture	Meadow	Forest	Farm	Urban	Open	Water
A	77	72	65	66	68	40	45	59	81	49	100
B	86	81	76	77	79	58	66	74	88	69	100
C	91	88	84	85	86	71	77	82	91	79	100
D	94	91	88	89	89	78	83	86	93	84	100

A = sandy, B = loamy, C = sandy clay loam, D = clay

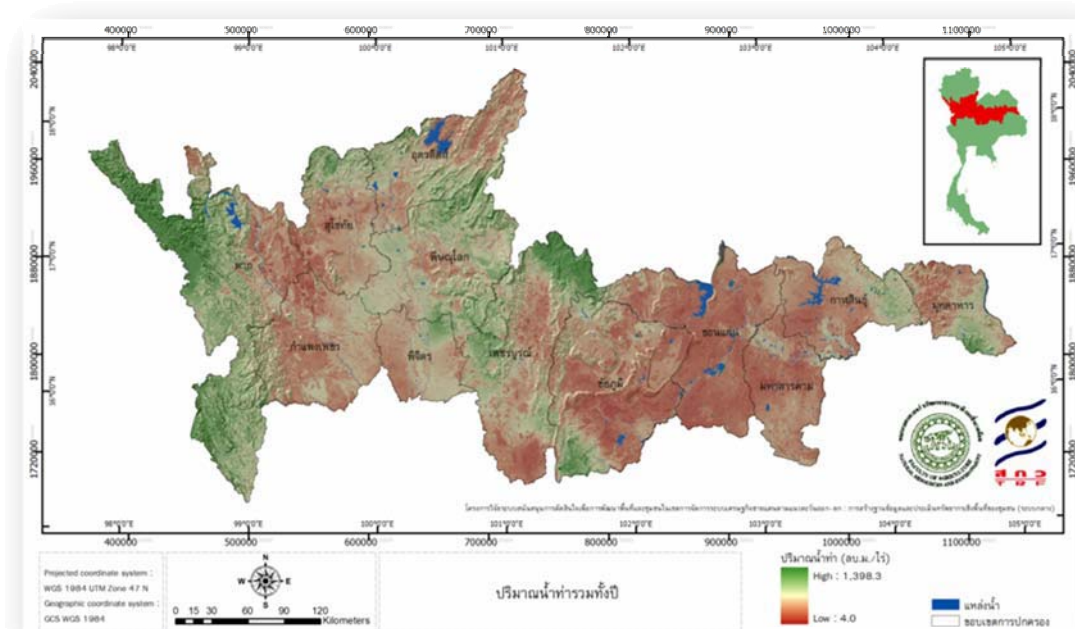
ที่มา : ดัดแปลงจาก Soil Conservation Service. (1972)

ตาราง 2-56 Antecedent Moisture Condition (AMC)

7-day antecedent rainfall (cm)		
AMC Group	Dormant season	Growing season
I	< 1.27	< 1.4
II	1.27 - 2.79	1.4 – 2.1
III	> 2.79	> 2.1

ที่มา <http://web2.uwindsor.ca/courses/engineering/reitsma/87-323/section5.pdf>.

หมายเหตุ ในการศึกษานี้ใช้ค่า 7-day antecedent rainfall กรณี Dormant season เท่านั้น



ภาพ 2-80 การกระจายของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี

(4) **ปริมาณน้ำในดิน (Soil Water)** ในการศึกษานี้ ใช้แบบจำลองสมดุลน้ำ (water balance model) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำในดินจากปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากผิวดิน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณการซึมลึก (ยังยุทธ โสภสภาค และคณะ, 2541) สามารถคำนวณปริมาณน้ำในดินที่เกิดขึ้นรายสัปดาห์และปริมาณน้ำในดินสะสมรายสัปดาห์แสดงดังสมการด้านล่าง

$$\begin{aligned}
 P &= E + R + SW + D \\
 SW_i &= (P_i - (E_i + R_i + D_i)) \\
 SW_{ii} &= [([P_{ii} - R_{ii}] + SW_i) - E_{ii}] - D_{ii} \\
 SW_{net} &= [SW_{ii} - SW_i]
 \end{aligned}$$

เมื่อ SW = ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.) SW_{net} = ปริมาณน้ำในดินสุทธิที่สะสมในสัปดาห์ปัจจุบัน (ลบ.ม.) P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.) R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.) E = ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (ลบ.ม.) D = ปริมาณการซึมลึกหรือปริมาณน้ำเติ่มสู่ชั้นบาดาล (ลบ.ม.) $D = 0$ ถ้า SW_i น้อยกว่า $1,600 \text{ m}^3$ i = ปริมาณน้ำในดินสัปดาห์ก่อนหน้า และ ii = ปริมาณน้ำในดินสัปดาห์ปัจจุบัน

ผลการคำนวณปริมาณน้ำในดินที่เกิดขึ้นจากปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาในแต่ละสัปดาห์สามารถแสดงเป็นผลรวมรายปีได้ดังภาพ 2-81 ลักษณะของการกระจายพบได้ทั่วไปแต่จะมีมากทางด้านทิศตะวันตกและทางด้านทิศตะวันออก จังหวัดที่มีปริมาณน้ำในดินมากที่สุดคือจังหวัดมุกดาหาร สำหรับจังหวัดที่มีปริมาณของน้ำในดินน้อยที่สุดคือจังหวัดพิจิตร

(5) ปริมาณการซึมลึก (Deep Percolation, D) คำนวณจากสมการดังนี้

$$\begin{aligned}
 D_i &= [P_i - R_i] + SW_{i-1} - E_i \\
 \text{กำหนดให้ } D_i &= [P_i - R_i] + SW_{i-1} - E_i > D_i = D_{max} \\
 \text{เมื่อ } D_i &= \text{ปริมาณน้ำเติ่มสู่ชั้นบาดาล (ลบ.ม.)} \\
 D_{max} &= \text{ปริมาณการเติ่มสูงสุด (ลบ.ม.)}
 \end{aligned}$$

ปริมาณการเติ่มสูงสุด ดังค่าข้อมูลที่แสดงในตาราง 2-55 ผลการคำนวณแสดงดังภาพ 2-82 ซึ่งปริมาณการซึมลึกนี้ถือเป็นปริมาณการเติ่มน้ำสู่ชั้นบาดาล ปริมาณของน้ำซึมลึกที่เติ่มให้กับปริมาณของน้ำบาดาลพบมากทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายจึงทำให้น้ำสามารถซึมซาบลงในดินได้ดี ซึ่งต่างจากด้านทิศตะวันตกที่ส่วนใหญ่เป็นเนื้อดินเหนียว จังหวัดที่มีปริมาณการซึมลึกสูงได้แก่จังหวัดมุกดาหาร

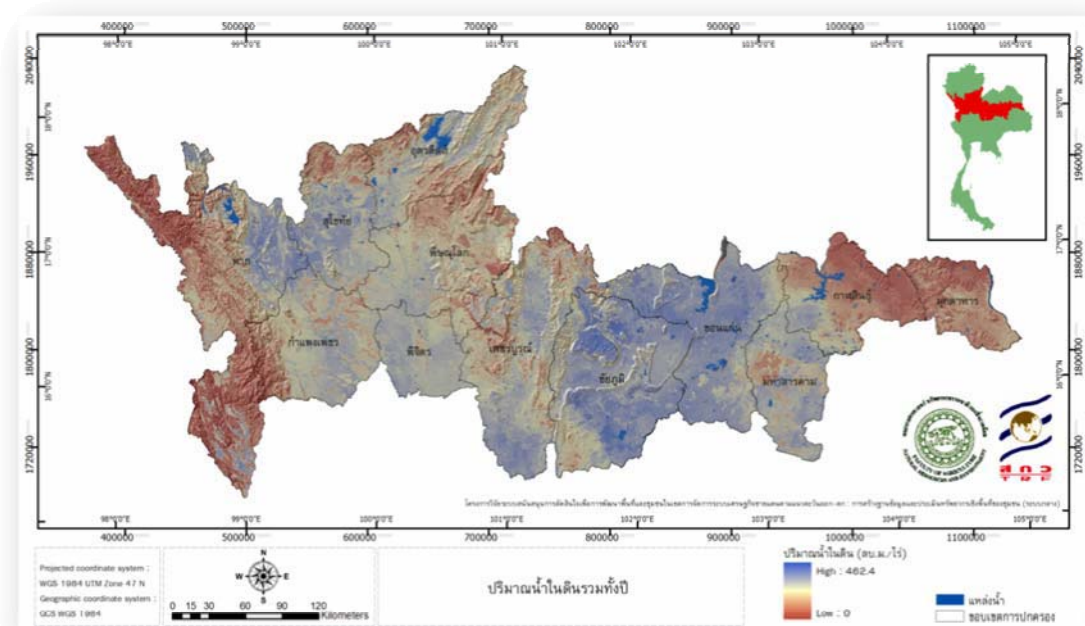
ตาราง 2-57 ค่าปริมาณการซึมลึก (มิลลิเมตร/วัน)

เนื้อดิน	อัตราการซึมลึก	D _{max}
A (Clay)	1	11.2
B (Loam)	2.6	28.8
C (Sandy clay)	3	33.6
D (Clay loam)	1.7	19.6

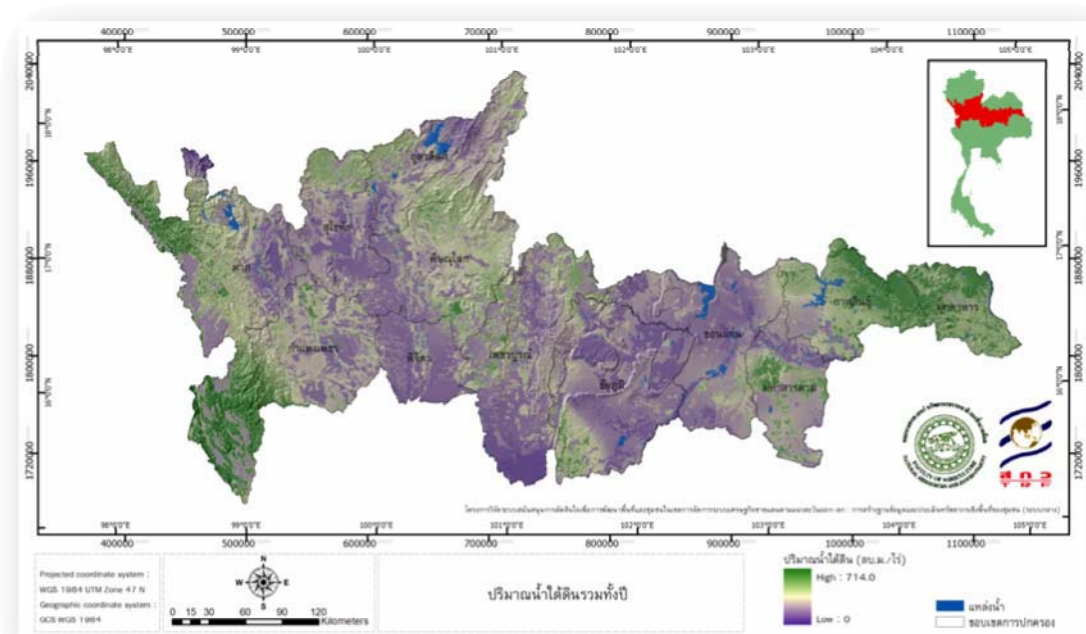
ที่มา : ดัดแปลงจาก ITC2545, และ กรมชลประทาน 2531 ,และ

D_{max} เป็นปริมาณการเติมน้ำสูงสุดสู่ชั้นน้ำบาดาลรายสัปดาห์ (ลบ.ม./สัปดาห์)

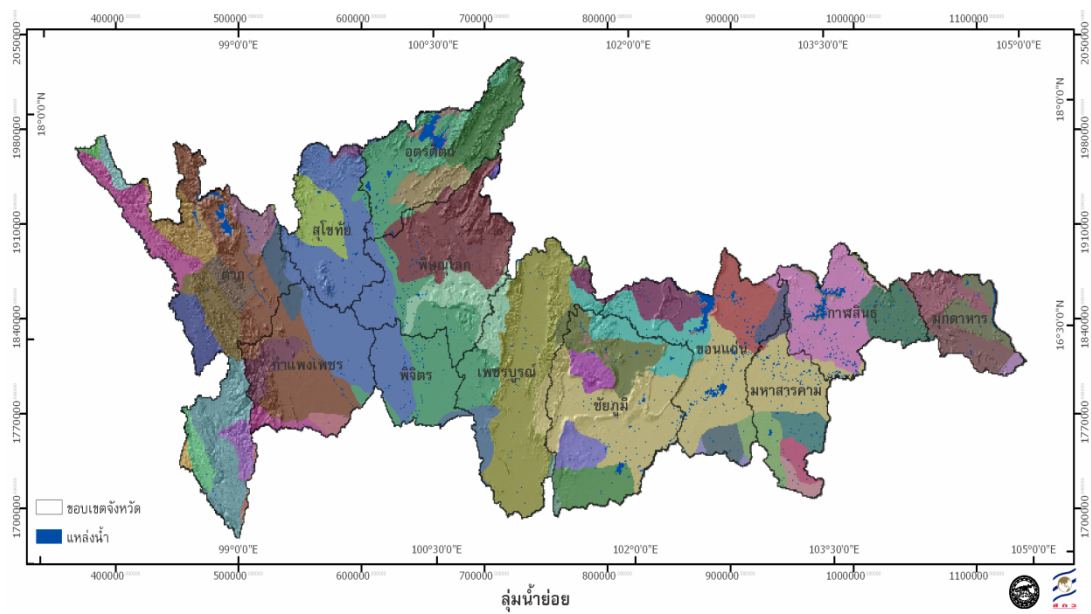
จากสมการสมดุลน้ำ (Water Balance) ได้นำมาพิจารณาสมดุลน้ำตามขอบเขตในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ภาพ 2-83) ซึ่งตั้งอยู่ในแต่ละจังหวัด สามารถแสดงปริมาณสมดุลน้ำได้ดังตาราง 2-58 และตาราง 2-59



ภาพ 2-81 การกระจายของปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยรายปี



ภาพ 2-82 การกระจายของปริมาณน้ำซีมลิกสู่ชั้นบาดาลเฉลี่ยรายปี



ภาพ 2-83 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในจังหวัดที่ประเมินปริมาณน้ำท่า น้ำในดิน และน้ำซีมลิก
ที่คำนวณได้จากสมการสมดุลน้ำ

ตาราง 2-58 ปริมาณน้ำรายปีที่คำนวณจากสมการสมมูลน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)

จังหวัด	น้ำฝน *	ระเหยจากผิวดิน *	ระเหยจริง **	น้ำท่า **	น้ำใต้ดิน **	น้ำในดิน **
กาฬสินธุ์	8,744	9,106 (104.1 %)	4,342 (49.6 %)	816 (9.3 %)	1,292 (14.7 %)	2,293 (3.9 %)
กำแพงเพชร	10,438	13,139 (125.8 %)	6,573 (62.9 %)	1,032 (9.8 %)	950 (9.1 %)	1,881 (9.9 %)
ขอนแก่น	12,086	18,556 (153.5 %)	9,778 (80.9 %)	747 (6.1 %)	754 (6.2 %)	805 (15.5 %)
ชัยภูมิ	15,831	22,227 (140.4 %)	13,202 (83.3 %)	1,358 (8.5 %)	922 (5.8 %)	347 (14.4 %)
ตาก	26,802	26,427 (98.6 %)	19,886 (74.1 %)	4,072 (15.1 %)	2,660 (9.9 %)	183 (3.6 %)
พิจิตร	5,188	7,110 (137.1 %)	3,442 (66.3 %)	604 (11.6 %)	246 (4.7 %)	894 (12.6 %)
พิษณุโลก	15,042	17,205 (114.4 %)	10,773 (71.6 %)	1,995 (13.2 %)	1,230 (8.2 %)	1,041 (7.5 %)
เพชรบูรณ์	16,970	19,874 (117.1 %)	12,736 (75.0 %)	2,246 (13.2 %)	1,019 (6.0 %)	966 (9.8 %)
มหาสารคาม	6,769	9,545 (141.0 %)	4,704 (69.5 %)	485 (7.1 %)	659 (9.7 %)	919 (11.8 %)
มุกดาหาร	5,790	5,705 (98.5 %)	3,168 (54.7 %)	587 (10.1 %)	891 (15.3 %)	1142 (3.1 %)
สุโขทัย	8,353	11,039 (132.1 %)	6,195 (74.1 %)	912 (10.9 %)	588 (7.0 %)	655 (11.0 %)
อุตรดิตถ์	9,840	11,880 (120.7%)	6,287 (63.8 %)	1,100 (11.1 %)	777 (7.8 %)	1,674 (9.0 %)
รวม	141,852	171,813 (100.0%)	101,086 (100.0%)	15,954 (100.0%)	11,988 (100.0%)	12,800 (100.0%)

หมายเหตุ (1) ตัวเลขในวงเล็บ คิดเป็นร้อยละของปริมาณน้ำฝน

(2) * ตัวเลขได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) จากข้อมูลสถิติน้ำฝนและการระเหยจากผิวดิน

(3) ** ตัวเลขได้จากการคำนวณด้วยสมการสมมูลน้ำ

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร)

รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
							ตร.ก.ม.	ไร่
16	กำแพงเพชร	1,193	730	438	45	-	122.7	76,698
16	พิจิตร	1,270	747	491	42	-	2,358.3	1,473,928
16	พิษณุโลก	1,457	848	481	114	14	2,342.8	1,464,227
16	เพชรบูรณ์	1,460	781	566	109	4	1,300.1	812,538
16	สุโขทัย	1,207	737	466	17	-	148.5	92,792
16	อุตรดิตถ์	1,269	791	368	98	12	3,578.0	2,236,246
19	ตาก	1,292	876	278	141	-	814.0	508,749
20	กำแพงเพชร	1,208	737	409	69	-	2,632.5	1,645,330
20	ตาก	1,162	878	149	138	-	187.5	117,186
20	พิจิตร	1,129	717	400	29	-	1,812.3	1,132,711
20	พิษณุโลก	1,262	744	505	21	-	1,304.2	815,130
20	สุโขทัย	1,269	793	402	75	-	4,542.4	2,839,019
20	อุตรดิตถ์	1,309	799	426	78	6	148.6	92,902
41	มุกดาหาร	1,393	723	368	247	56	1,207.7	754,797
44	กำแพงเพชร	1,198	722	337	125	15	3,570.8	2,231,771
44	ตาก	1,305	841	316	142	5	3,321.4	2,075,890
46	อุตรดิตถ์	1,150	486	607	59	-	393.7	246,035

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร) (ต่อ)

รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
47	พิษณุโลก	1,285	832	291	121	41	38.9	24,292
47	อุตรดิตถ์	1,162	768	233	135	27	2,260.5	1,412,804
48	ตาก	1,570	689	558	241	83	128.2	80,107
59	ตาก	1,809	838	608	288	75	1,326.5	829,035
60	ตาก	1,440	552	794	111	-	263.5	164,699
61	สุโขทัย	1,523	854	492	155	22	163.8	102,391
61	อุตรดิตถ์	1,485	878	373	189	46	25.3	15,807
62	เพชรบูรณ์	2,364	1,056	1,034	257	18	62.6	39,129
63	ตาก	1,583	713	579	219	73	339.2	211,986
66	ตาก	1,928	772	830	250	76	1,954.1	1,221,311
67	พิษณุโลก	1,430	855	432	122	21	5,251.6	3,282,248
67	อุตรดิตถ์	1,448	859	393	168	27	207.1	129,419
69	พิษณุโลก	1,550	879	414	212	46	108.9	68,076
69	อุตรดิตถ์	1,412	851	374	156	31	1,187.8	742,359
70	พิษณุโลก	1,368	853	350	126	39	62.4	38,982
71	ตาก	1,276	890	235	148	2	9.1	5,719
71	สุโขทัย	1,222	799	354	75	-	1,739.0	1,086,893
72	กาฬสินธุ์	1,404	694	273	355	82	45.5	28,422

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร) (ต่อ)

รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
75	พิษณุโลก	1,445	813	607	35	-	0.1	85
75	เพชรบูรณ์	1,453	846	460	128	19	12.5	7,831
76	ตาก	1,686	715	715	224	32	37.7	23,543
78	มุกดาหาร	1,038	610	169	226	33	7.0	4,350
79	กาฬสินธุ์	1,169	701	263	175	30	4,356.4	2,722,743
79	ขอนแก่น	1,238	830	278	103	28	116.9	73,055
79	มหาสารคาม	1,090	778	177	124	11	74.6	46,595
81	กำแพงเพชร	1,161	830	160	166	5	319.3	199,575
81	ตาก	1,140	837	232	88	-	631.2	394,530
81	สุโขทัย	1,155	887	129	141	-	28.8	17,983
82	เพชรบูรณ์	1,296	775	430	83	7	8,195.9	5,122,424
83	ขอนแก่น	1,219	852	242	105	19	1,489.6	930,990
83	เพชรบูรณ์	2,249	1,040	1,043	178	-	265.7	166,092
85	กาฬสินธุ์	1,531	725	322	381	103	50.8	31,757
85	มุกดาหาร	1,259	749	124	358	29	5.0	3,153
86	ขอนแก่น	1,134	803	255	71	5	2,132.4	1,332,720
86	มหาสารคาม	1,176	760	345	68	3	28.3	17,717
87	ตาก	1,451	900	342	187	21	739.9	462,414

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร) (ต่อ)

รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
88	พิจิตร	1,175	655	504	39	-	1.1	676
88	พิษณุโลก	1,397	873	406	105	14	1,548.5	967,831
88	เพชรบูรณ์	1,536	932	442	147	15	823.2	514,485
89	กำแพงเพชร	1,364	808	288	213	55	8.2	5,104
89	ตาก	1,539	820	448	226	45	1,520.6	950,403
90	กาฬสินธุ์	1,065	370	626	67	2	288.1	180,035
91	กาฬสินธุ์	1,462	731	350	310	72	55.4	34,605
91	มุกดาหาร	1,252	694	229	280	49	1,338.8	836,720
92	ขอนแก่น	1,173	838	238	83	14	1,496.9	935,578
92	เพชรบูรณ์	1,947	1,057	716	169	6	331.4	207,104
93	กาฬสินธุ์	1,509	737	369	323	80	1,743.0	1,089,347
93	มุกดาหาร	1,267	690	368	177	32	25.3	15,820
94	ขอนแก่น	1,107	160	964	11	-	234.0	146,250
95	กาฬสินธุ์	1,214	795	278	126	15	87.9	54,939
95	ขอนแก่น	1,213	813	266	117	17	447.2	279,473
95	มหาสารคาม	1,154	770	251	121	11	156.9	98,084
96	ตาก	1,481	706	627	129	18	1,137.9	711,161
97	ขอนแก่น	1,106	296	821	13	-	16.9	10,572

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร) (ต่อ)

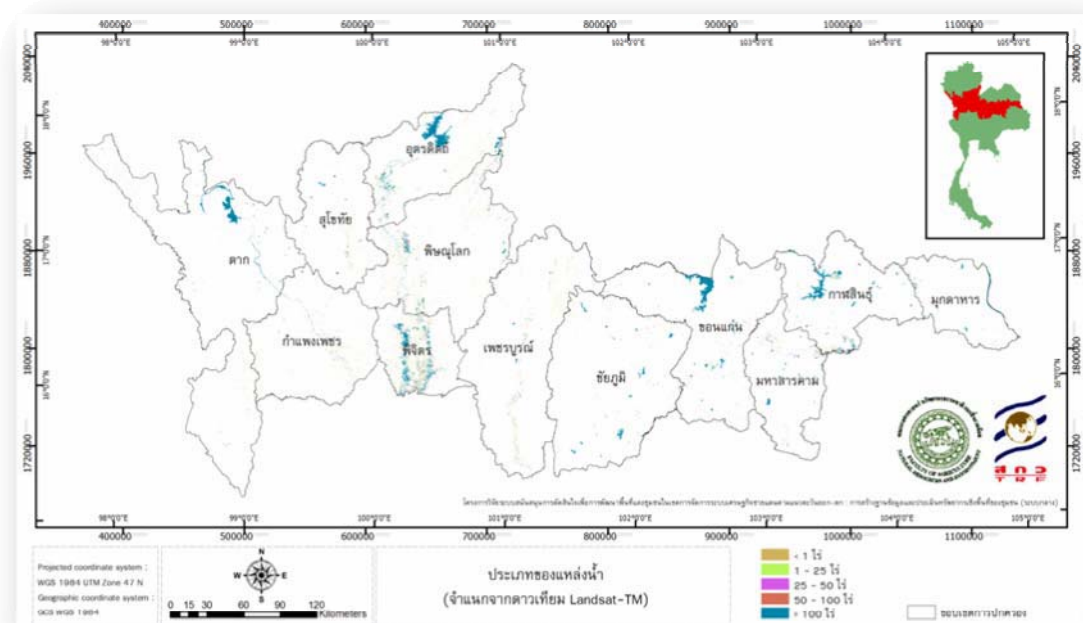
รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
98	เพชรบูรณ์	1,425	963	313	134	15	248.0	154,973
99	กาฬสินธุ์	1,353	769	200	336	48	4.6	2,848
99	มุกดาหาร	1,487	806	376	254	51	1,444.9	903,048
100	กาฬสินธุ์	1,237	765	350	110	12	305.3	190,827
100	ขอนแก่น	1,092	770	194	109	19	3,623.9	2,264,967
100	เพชรบูรณ์	1,242	738	436	65	4	433.9	271,207
100	มหาสารคาม	1,164	790	223	136	15	2,826.0	1,766,275
102	กำแพงเพชร	1,196	744	218	193	41	1,125.6	703,496
102	ตาก	1,362	773	266	255	67	12.7	7,939
105	มุกดาหาร	1,406	780	288	291	47	155.9	97,454
106	กำแพงเพชร	1,396	766	277	276	76	12.4	7,720
106	ตาก	1,629	833	479	264	53	3,149.1	1,968,166
107	มุกดาหาร	1,861	848	670	271	72	0.6	374
108	กำแพงเพชร	1,346	794	279	228	45	485.0	303,151
108	ตาก	1,516	810	328	300	78	21.4	13,382
109	ตาก	1,764	795	640	277	52	700.9	438,040
110	พิจิตร	1,252	729	511	36	-	114.9	71,820
110	เพชรบูรณ์	1,202	667	525	29	-	664.7	415,427

ตาราง 2-59 สมดุลน้ำและเนื้อที่ลุ่มน้ำย่อยแยกตามรายจังหวัด (มิลลิเมตร) (ต่อ)

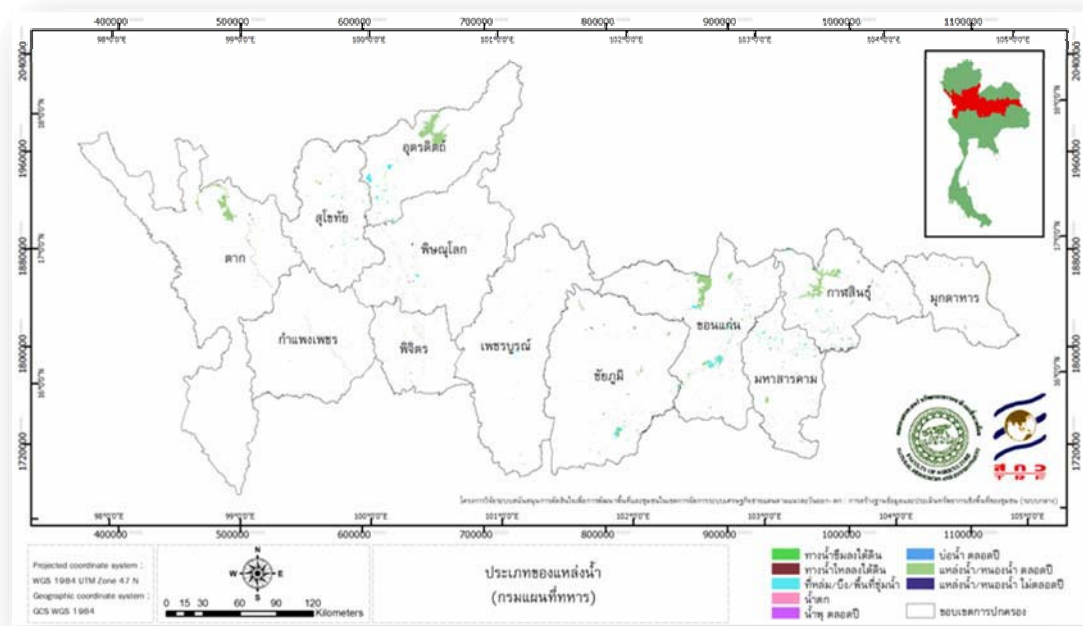
รหัสลุ่มน้ำ	จังหวัด	น้ำฝน	ระเหยจริง	น้ำท่า	น้ำในดิน	น้ำซึมลึก	เนื้อที่	
111	มหาสารคาม	1,246	876	202	152	16	868.1	542,564
112	ขอนแก่น	1,104	772	131	168	32	297.7	186,087
112	มหาสารคาม	1,223	786	230	175	33	804.7	502,922
114	กำแพงเพชร	1,253	796	341	103	12	346.8	216,733
115	กำแพงเพชร	1,510	792	325	299	94	0.0	5
115	ตาก	1,646	840	428	309	69	675.1	421,926
116	เพชรบูรณ์	1,542	952	367	203	20	0.1	74
117	ขอนแก่น	1,092	750	191	134	17	672.8	420,516
118	ขอนแก่น	1,088	757	171	137	23	101.6	63,529
120	มหาสารคาม	1,285	871	204	177	34	489.6	306,002
121	ตาก	1,786	770	680	271	64	133.8	83,606
122	ตาก	1,611	957	436	199	19	80.5	50,312
123	เพชรบูรณ์	1,396	904	353	127	12	62.6	39,127
124	มหาสารคาม	1,298	847	226	190	35	377.0	235,635

(6) เนื้อที่แหล่งน้ำผิวดิน (Surface Water Area) ในการดำเนินงานส่วนนี้ดำเนินการจำแนกพื้นที่แหล่งน้ำจากข้อมูลสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม Landsat รายละเอียด 30 เมตร เพื่อนำผลมาจัดทำฐานข้อมูลแหล่งน้ำพื้นที่ชุ่มน้ำ (ภาพ 2-84) พร้อมคำนวณเนื้อที่เพื่อสร้างเป็นข้อมูลคุณลักษณะสำหรับใช้วิเคราะห์ในการศึกษาอื่น ๆ ต่อไป ส่วนฐานข้อมูลแหล่งน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางสร้างใหม่จากฐานข้อมูลกรมแผนที่ทหารและกรมทรัพยากรน้ำ (ภาพ 2-85 และ 2-86)

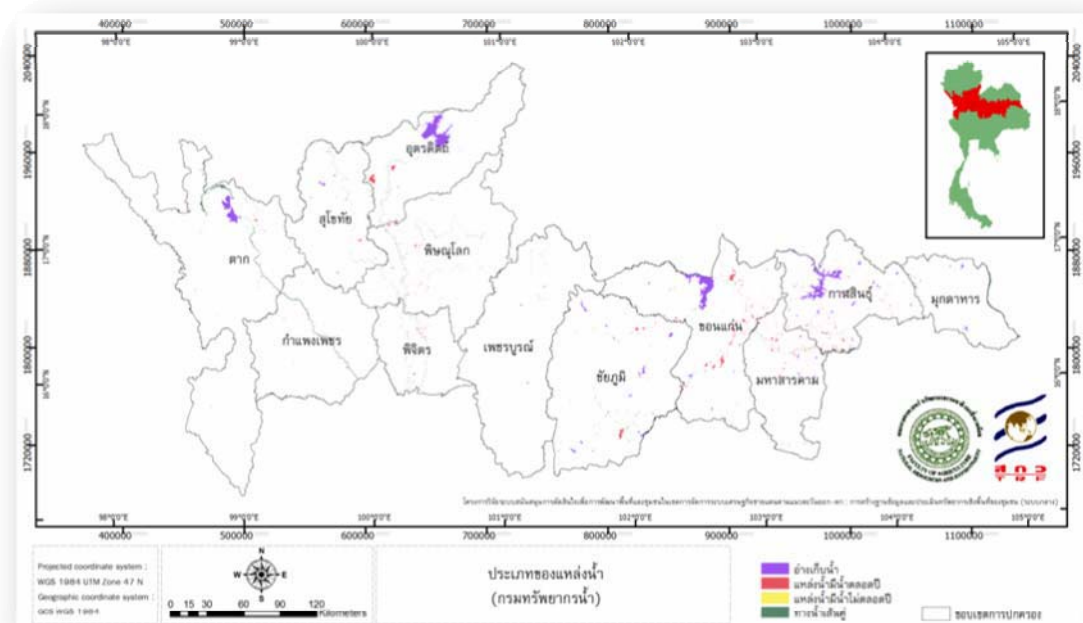
ตาราง 2-60 ถึง 2-62 สรุปเนื้อที่แหล่งน้ำที่คำนวณจากฐานข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งเนื้อที่แหล่งน้ำเหล่านี้ นำไปคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์เนื้อที่ของแหล่งน้ำรายตำบลเพื่อเป็นฐานข้อมูลคุณลักษณะในระดับตำบล



ภาพ 2-84 แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ
ที่จำแนกได้จากข้อมูลสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม Landsat TM



ภาพ 2-85 ประเภทของแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลกรมแผนที่ทหาร



ภาพ 2-86 ประเภทของแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำ

ตาราง 2-60 ขนาดเนื้อที่ของแหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำที่จำแนกได้จากข้อมูลสำรวจระยะไกล
ด้วยดาวเทียม Landsat TM รายละเอียด 30 เมตร (ไร่)

ประเภทแหล่งน้ำแยกตามขนาด					
จังหวัด	< 1 ไร่	1 - 25 ไร่	25 - 50 ไร่	50 - 100 ไร่	> 100 ไร่
กาฬสินธุ์	4,840	22,052	4,429	3,967	121,891
กำแพงเพชร	10,757	47,826	7,558	5,005	9,856
ขอนแก่น	7,253	35,250	6,915	4,890	145,443
ชัยภูมิ	11,973	34,350	4,730	3,098	44,624
ตาก	21,905	49,041	4,645	2,577	116,644
พิจิตร	15,778	90,225	26,772	25,294	132,722
พิษณุโลก	16,778	79,403	14,747	14,172	45,968
เพชรบูรณ์	12,107	53,315	9,451	7,332	12,034
มหาสารคาม	5,572	27,846	7,377	4,984	25,116
มุกดาหาร	1,091	2,888	392	636	36,362
สุโขทัย	6,215	23,128	3,531	2,942	10,460
อุตรดิตถ์	10,434	44,968	7,922	6,448	183,844
รวม	124,703	510,292	98,469	81,345	884,964
เปอร์เซ็นต์เนื้อที่ทั้งหมด	7.34	30.02	5.79	4.79	52.06

ตาราง 2-61 ขนาดเนื้อที่ของแหล่งน้ำแต่ละประเภทจากฐานข้อมูลกรมแผนที่ทหาร (ไร่)

จังหวัด	ทางน้ำซึม ลงใต้ดิน	ทางน้ำไหล ลงใต้ดิน	ที่หล่ม/บึง/ พื้นที่ชุ่มน้ำ	น้ำตก	น้ำพุ ตลอดปี	บริเวณ น้ำท่วมถึง	บ่อน้ำ ตลอดปี	แหล่งน้ำ/ หนองน้ำ ตลอดปี	แหล่งน้ำ/ หนองน้ำ ไม่ตลอดปี
กาฬสินธุ์	23	3	21,496	0	-	-	-	184,992	5,978
กำแพงเพชร	-	-	14	1	-	-	-	24,750	519
ขอนแก่น	4	-	76,193	1	-	659	-	259,520	3,293
ชัยภูมิ	-	-	14,153	1	-	-	-	83,454	3,468
ตาก	2	97	646	2	3	-	75	142,552	1,691
พิจิตร	-	-	540	-	-	-	-	29,064	1,761
พิษณุโลก	3	-	4,628	2	-	-	-	43,588	5,653
เพชรบูรณ์	-	-	4,683	1	-	-	-	19,601	1,837
มหาสารคาม	29	11	17,268	-	-	904	-	68,819	1,947
มุกดาหาร	6	-	337	1	-	-	-	38,278	562
สุโขทัย	7	-	6,518	0	-	-	-	32,008	4,107
อุดรดิตถ์	21	-	29,860	1	-	-	-	181,481	2,492
รวม	95	111	176336	10	3	1563	75	1108107	33308
เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งหมด	0.00720	0.00841	13.36276	0.00076	0.00023	0.11844	0.00568	83.97244	2.52408

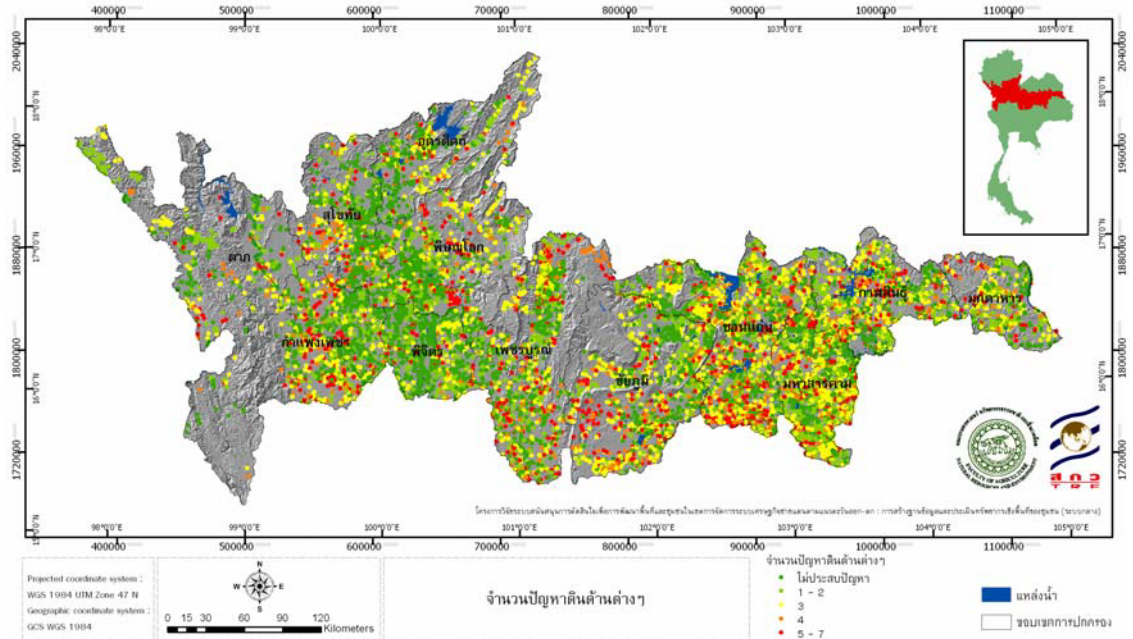
ตาราง 2-62 ขนาดเนื้อที่ของแหล่งน้ำแต่ละประเภทจากฐานข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำ (ไร่)

จังหวัด	ทางน้ำเส้นคู่	แหล่งน้ำมีน้ำตลอดปี	แหล่งน้ำมีน้ำไม่ตลอดปี	อ่างเก็บน้ำ
กาฬสินธุ์	1,435	32,762	5,144	152,180
กำแพงเพชร	31,563	2,393	296	1,031
ขอนแก่น	8,788	63,386	3,131	137,196
ชัยภูมิ	5,218	26,344	2,210	35,747
ตาก	59,283	5,450	1,514	74,433
พิจิตร	12,661	10,596	987	-
พิษณุโลก	25,411	13,097	4,688	1,306
เพชรบูรณ์	1,865	3,099	-	-
มหาสารคาม	4,654	25,711	689	8,351
มุกดาหาร	18,238	3,290	469	12,221
สุโขทัย	8,785	7,066	1,037	7,026
อุดรดิตถ์	12,574	24,254	85	165,109
รวม	190,475	217,448	20,250	594,600
เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งหมด	18.62	21.26	1.98	58.14

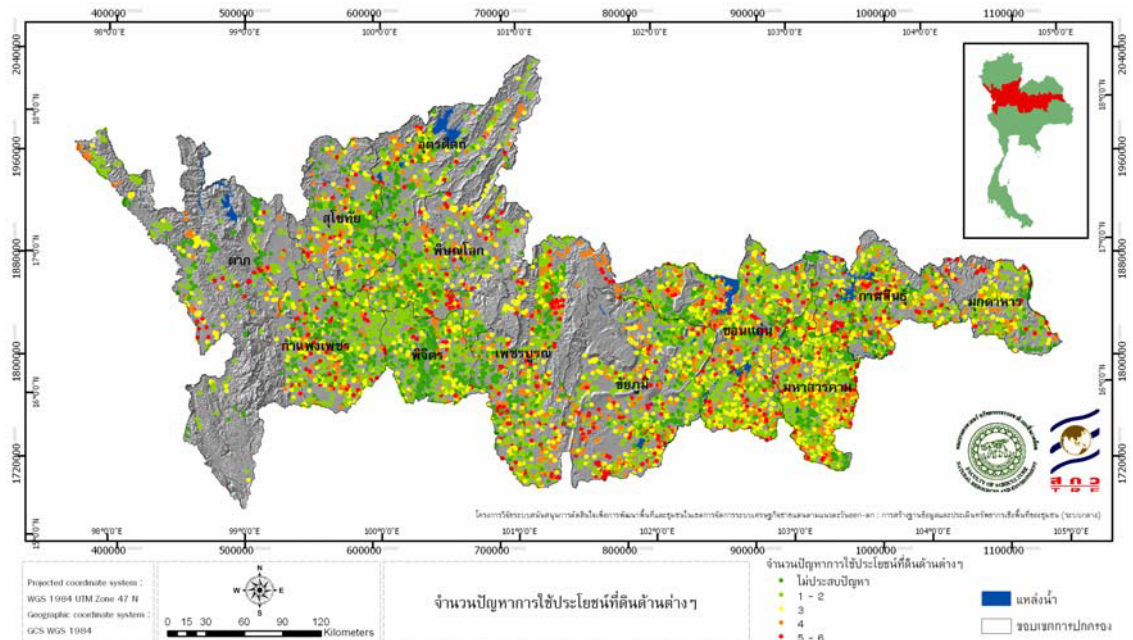
2.3.2 ศักยภาพทรัพยากรที่ดิน

ในการศึกษาส่วนนี้ได้นำฐานข้อมูล กชช. 2ค ปี 2548 มาประมวลใหม่เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลสถานภาพทรัพยากรที่ดิน 3 ด้านหลัก ๆ คือ (1) การถือครองที่ดิน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของเนื้อที่ถือครองที่ดิน สปก. ร้อยละเนื้อที่ถือครองที่ไม่มีเอกสารสิทธิ และครัวเรือนที่ไม่มีที่ดินเป็นของตนเองต้องเช่าที่ดินทำกินทั้งหมด (2) จำนวนปัญหาคุณภาพดินที่เกี่ยวกับหน้าดินตื้น หน้าดินถูกชะล้าง ดินจืด ดินมีกรวดทราย ดินดาน ดินเค็ม และดินเปรี้ยว และ (3) จำนวนปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินของหมู่บ้านอันเนื่องมาจากดินไม่ดี ขาดแคลนแรงงาน ปลูกพืชไม่คุ้มทุน ไม่มีความรู้ในการปลูกพืชอื่น ขาดน้ำเพื่อการเกษตร และมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ ซึ่งสถานภาพทรัพยากรที่ดินทั้ง 3 ด้านสามารถแสดงสถานภาพทรัพยากรที่ดินระดับจุดหมู่บ้าน ส่วนในระดับพื้นที่ที่แสดงในรูปโพลีกอนนั้นทางโครงการวิจัยใช้ฐานข้อมูล SoilView ที่จัดทำไว้แล้วโดยกรมพัฒนาที่ดิน

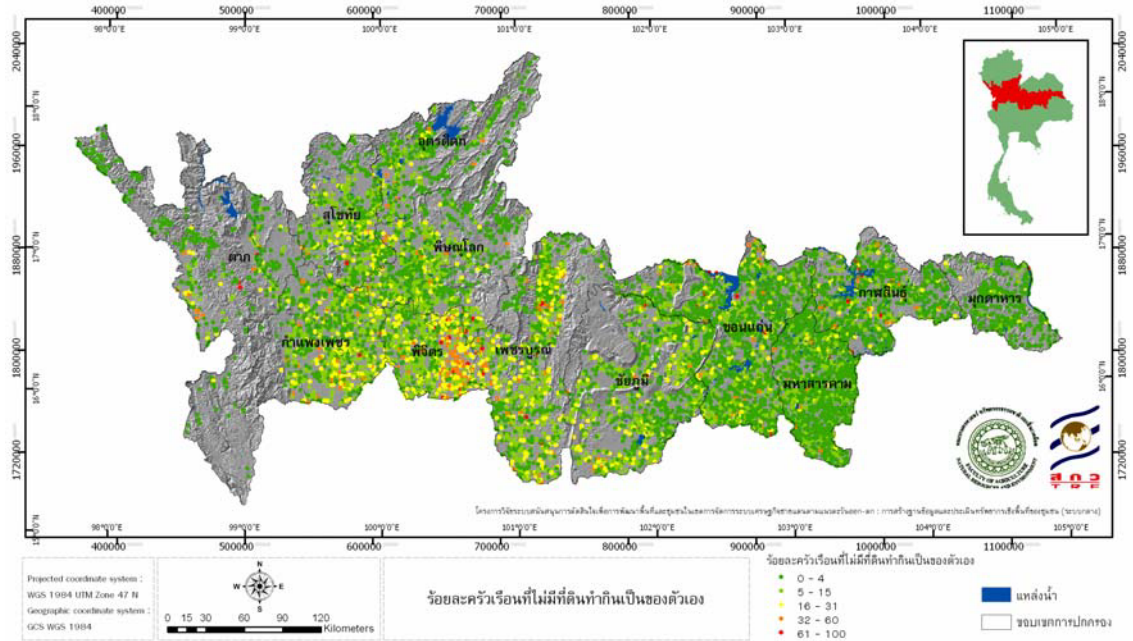
จากฐานข้อมูล กชช. 2ค. ปี 2548 พบว่า หมู่บ้านที่มีจำนวนปัญหาคุณภาพดินด้านต่าง ๆ มากและจำนวนปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินมากส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งตะวันออก โดยหมู่บ้านที่มีปัญหาคุณภาพดินส่วนใหญ่กระจายอยู่ในจังหวัดขอนแก่นมากที่สุด (186 หมู่บ้าน) รองลงมาคือเพชรบูรณ์ (122 หมู่บ้าน) ชัยภูมิ (88 หมู่บ้านและ (กาฬสินธุ์) 77 หมู่บ้าน ส่วนปัญหา () จังหวัด เพชรบูรณ์การใช้ที่ดินส่วนใหญ่กระจายอยู่ใน 50 หมู่บ้าน มากที่สุด รองลงมาคือ (กาฬสินธุ์ขอนแก่น มหาสารคาม กำแพงเพชร พิษณุโลก และชัยภูมิ ประมาณ) 42 ถึง 22 หมู่บ้าน (จะเห็นได้ว่าจำนวนหมู่บ้านที่ประสบปัญหาคุณภาพดินมีมากกว่าที่ประสบปัญหาการใช้ที่ดิน หมู่บ้านที่ครัวเรือนมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่มีที่ดินทำกินเป็นของตนเองไม่ต้องเช่าที่ดินโดยส่วนใหญ่กระจายอยู่ในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ชัยภูมิ และพิษณุโลก ส่วนหมู่บ้านในจังหวัด เพชรบูรณ์ พิจิตร กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีปัญหาครัวเรือนไม่มีที่ทำกินเป็นของตนเอง หมู่บ้านที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ป่าไม้ในจังหวัดตาก เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ พิษณุโลก และชัยภูมิ มีปัญหาการถือครองที่ดิน สปก. 4-01 และ สทก. 1ก หมู่บ้านในจังหวัดเพชรบูรณ์ ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก และอุตรดิตถ์ ถือครองที่ดินที่ไม่มีเอกสารสิทธิ ภาพ 2-87 ถึง 2-91 แสดงสถานภาพทรัพยากรที่ดินของหมู่บ้านจากฐานข้อมูล กชช. 2ค



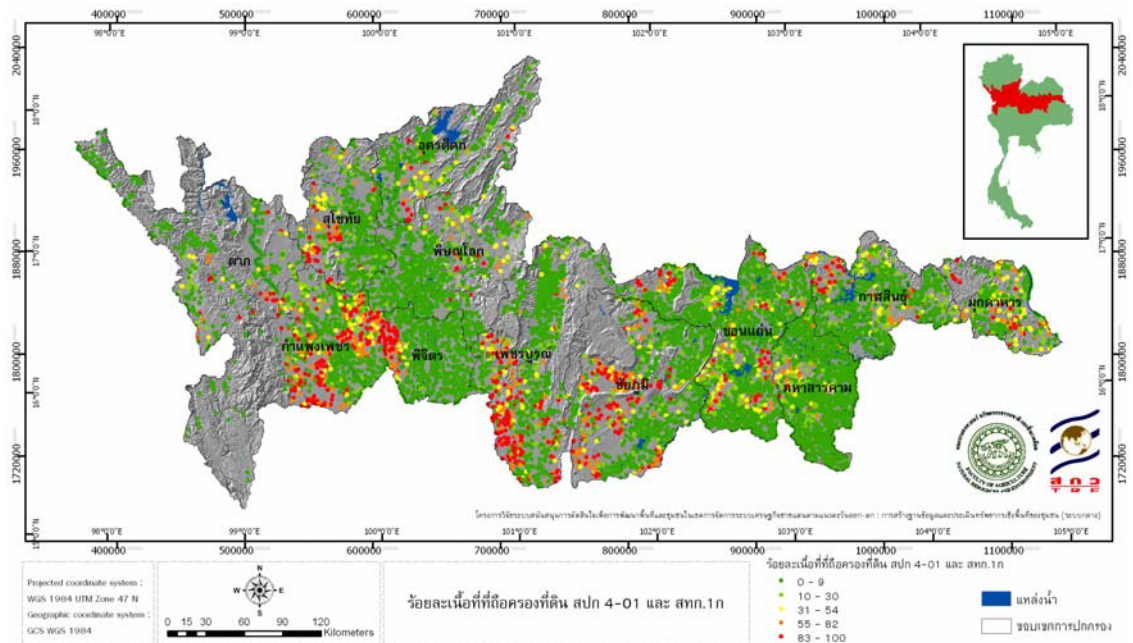
ภาพ 2-87 จำนวนปัญหาที่ดินด้านต่าง ๆ



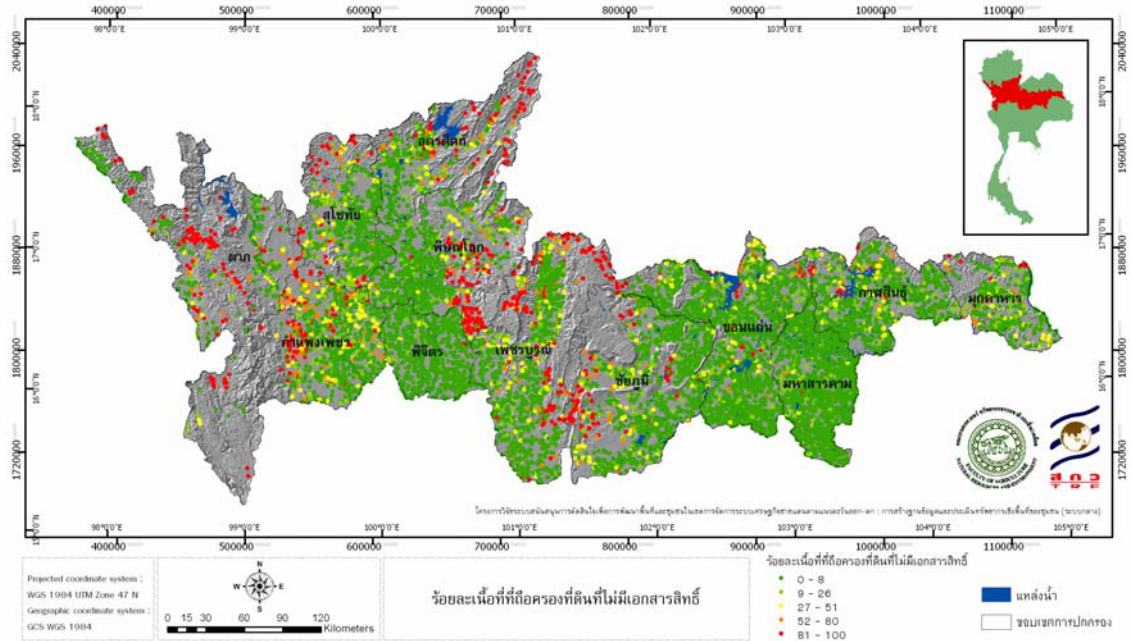
ภาพ 2-88 จำนวนปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านต่าง ๆ



ภาพ 2-89 ร้อยละครัวเรือนที่ไม่มีที่ดินทำกินเป็นของตัวเอง



ภาพ 2-90 ร้อยละเนื้อที่ที่ถือครองที่ดิน สปก. 4-01 และ สทก.1ก



ภาพ 2-91 ร้อยละเนื้อที่ที่ถือครองที่ดินที่ไม่มีเอกสารสิทธิ

2.4 การประเมินความเสี่ยงภัยธรรมชาติ

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยธรรมชาติในการศึกษานี้ แบ่งออกเป็นการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายโดยน้ำ (soil erosion) แผ่นดินถล่ม (land slide) น้ำท่วม (flooding) และแล้ง (drought) โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

2.4.1 พื้นที่เสี่ยงสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายโดยน้ำ

การศึกษาทำการวิเคราะห์ปริมาณการสูญเสียดินจากสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) ซึ่งได้พัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.1961 โดยกรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Agriculture: USDA) (NRCS, 1996) และในปี ค.ศ. 1978 Wischmeier และ Smith ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ ซึ่งแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

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

โดยที่

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

R เป็นค่าที่รวมทั้งปัจจัยของน้ำฝนและการไหลบ่า (rainfall and runoff erosivity factor) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง ตามปกติค่า R นี้จะเป็นค่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย (erosion index unit)

K เป็นค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor) เป็นค่าเฉพาะแต่ละชั้นของดิน (soil horizon)

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

S ปัจจัยความชันของความลาดเท (slope steepness factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย (เป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ความชันของความลาดเทที่แท้จริง) S เป็นค่าที่แสดงความหมายถึง

อัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันที่แท้จริงกับความชัน 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

C เป็นค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย ค่า C เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่กับพื้นที่ที่ถูกไถพรวนปราศจากพืชคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

P เป็นค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลาย (conservation practice) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย ค่า P เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์แบบต่าง ๆ เช่น ทำแนวคันดิน (contouring) การปลูกพืชเป็นแถบ (strip cropping) หรือการทำขั้นบันได (terracing) กับการไถพรวนเพาะปลูกขึ้นลงตามความลาดเท

การหาค่าตัวเลขปัจจัยต่างๆ มีวิธีการดังต่อไปนี้

(1) ค่าปัจจัยเกี่ยวกับฝน (R-factor) ที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตรมรสุม ซึ่งการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอทำให้ความรุนแรงของฝนที่ตกลงมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ มีความแตกต่างกันไป เป็นผลให้ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินมีมากน้อยต่างกันไปด้วย สมการเพื่อใช้ประเมินค่า R-factor ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ทดสอบค่าจาก 2 สมการ ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, (2543) Hyper (1998) Shrestha and Giri(1995) และ Navanugraha and Pattanakiat (2000) ชาญชัย และคณะ (2545))

$$R = 0.4669 [P] - 12.1415$$

$$R = 38.5 + 0.35[P]$$

โดยที่ R เป็นค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (เมตริกตัน/เฮกแตร์/ปี) P เป็นค่าน้ำฝนรายเฉลี่ย 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2537-2547 (มิลลิเมตร/ปี) นำมาประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยใช้ Spline Interpolation ในการศึกษาได้แปลงหน่วยค่า R จากเมตริกตัน/เฮกแตร์/ปี เป็นเมตริกตัน/ไร่/ปี โดยเท่ากับ 6.25 ไร่

(2) ค่าปัจจัยความคงทนของดินต่อการถูกชะล้างพังทลาย (K-factor) โดยใช้เกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (อ้างถึง กรมพัฒนาที่ดิน, 2526) ที่ศึกษาการประเมินค่า K ของดินในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลสมบัติ 5 ประการ ของตัวแทนชุดดิน (Soil series) ที่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ ผลจากการศึกษาแนะนำให้ใช้สำหรับประเมินค่าปัจจัย K อย่างง่าย โดยพิจารณาจากเนื้อดินบน สภาพพื้นที่กำเนิดดิน และภูมิภาคที่พบ ซึ่งค่า K ในพื้นที่ศึกษาแสดงได้ดังตารางที่ 2-63

ตารางที่ 2-63 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (K)

Soil Texture	Upland (slope<35%)	Lowland (slope>35%)
Sand	-	-
Loamy sand	0.05	0.06
Sandy loam	0.27	0.3
Loam	0.33	0.35
Silt loam	0.49	0.34
Silt	-	-
Sandy clay loam	0.21	0.22
Clay loam	0.24	0.27
Silty clay loam	0.36	0.42
Sandy clay	-	0.17
Silty clay	0.21	0.27
Clay	0.15	0.18

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545)

(3) ค่าปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ ได้แก่ ความยาวของความลาดชัน และระดับของความลาดชัน (Slope length and slope steepness factor, LS-factor) จากข้อมูลเส้นชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยสร้างแบบจำลองความสูงเชิงพื้นที่จาก TIN (Triangulated Irregular Network) แล้วเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลเป็นแบบกริดขนาด 40*40 เมตร เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาค่าร้อยละของความลาดชัน และความยาวของความลาดชันจากทิศทางการไหล โดยใช้สมการของ Wischmeier and Smith ค.ศ.1957 ที่แนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดิน (อ้างจากกรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

$$LS = [(L/22.13)^m] \times [0.065 + 0.0456(S) + 0.00654(S)^2]$$

- เมื่อ LS = ค่าปัจจัยความชันและความยาวของความลาดเท
 L = ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทในสมการสูญเสียดินสากล (เมตร)
 S = ค่าปัจจัยความชัน
 m = ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดเท
 $m = 0.2$ ถ้า S เท่ากับ $0 - 1.0 \%$
 $m = 0.3$ ถ้า S เท่ากับ $1.1 - 3.0 \%$
 $m = 0.4$ ถ้า S เท่ากับ $3.1 - 5.0 \%$
 $m = 0.5$ ถ้า S เท่ากับ $5.1 - 21.0 \%$
 $m = 0.7$ ถ้า S มากกว่า 21.0%

(4) ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (Cropping management factor, C-factor) ค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นดัชนีที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่มีการปลูกพืชและการจัดการพืชชนิดใดชนิดหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินที่ถูกชะล้างมาจากแปลงทดลองที่ปล่อยให้อย่างเปล่า และไถพรวนขึ้นลงตามแนวความลาดเท ซึ่งค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึง

- ประสิทธิภาพของพืช พื้นที่ดินที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณสามารถป้องกันและลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ พืชแต่ละชนิดมีความสามารถสกัดกั้นการตกกระแทกของฝนได้แตกต่างกัน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตหรืออายุก็ส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

- ลักษณะการปกคลุมเรือนยอดของพืชแต่ละชนิดว่าสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวดินได้มากน้อยเพียงใด ร่วมกับพืชพรรณที่ขึ้นอยู่เหนือผิวดินและเศษซากเหลือของพืช

- วิธีการปฏิบัติในการปลูกพืชหรือระบบการปลูกพืช

(5) ปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Conservation practice factor, P-factor) ประเภทของการทำนาในกรณีที่มีค่านานี้ถือว่าเป็นระบบการทำคันดิน ซึ่งเป็นระบบการอนุรักษ์แบบหนึ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 แต่ระบบการอนุรักษ์อื่น ๆ ในประเทศยังมีน้อยมากไม่สามารถแสดงได้ในแผนที่ระดับภาคและระดับประเทศ จึงถือว่าพื้นที่นั้น ๆ ไม่มีระบบการอนุรักษ์ จึงมีค่า P เท่ากับ 1

ค่า C และ P ที่ใช้ในการคำนวณได้สมการการสูญเสียสากล ดังแสดงในตาราง 2-64

นำค่าปริมาณการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการการสูญเสียดินสากลมาจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดิน โดยจำแนกออกเป็น 5 ระดับ ตามที่กำหนดไว้โดยกรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้

ชั้นที่ 1 น้อย (slight) อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ตันต่อไร่ต่อปี (0-0.96 มิลลิเมตรต่อปี)

ชั้นที่ 2 ปานกลาง (moderate) อัตราการสูญเสียดิน 2-5 ตันต่อไร่ต่อปี (0.96–2.4 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินทำให้ผลผลิตพืชลดลง

ชั้นที่ 3 รุนแรง (severe) อัตราการสูญเสียดิน 5-15 ตันต่อไร่ต่อปี (2.4-7.2 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินมีผลทำให้ความต้องการในการจัดการดินผิดไปจากเดิม หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นแต่ดินยังมีขีดความสามารถใช้ปลูกพืชได้เหมือนเดิม

ชั้นที่ 4 รุนแรงมาก (very severe) อัตราการสูญเสียดิน 15-20 ตัน/ไร่/ปี (7.2-9.6 มิลลิเมตรต่อปี) การสูญเสียดินทำให้ขีดความสามารถของดินสำหรับปลูกพืชเปลี่ยนเลวลงกว่าเดิม เช่น ดินไม่สามารถใช้ปลูกข้าวโพดได้อีกต่อไปต้องเปลี่ยนไปทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แทน และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงมากเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้สามารถใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม

ชั้นที่ 5 รุนแรงมากที่สุด (extremely severe) อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี (มากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี) มีการชะล้างพังทลายของดินเป็นร่องลึก (gully) เกิดขึ้นทั่วไป

ผลการศึกษา พบว่า พื้นที่สูญเสียดินระดับรุนแรงมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดตาก และเพชรบูรณ์ โดยมีเนื้อที่ 3.4 และ 2.9 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 2-66 และ ภาพ 2-92

ตาราง 2-64 ค่า C-Factor และ P-Factor ที่ใช้คำนวณในสมการสูญเสียดินสากล

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	C - Factor	P - Factor
นาข้าว	0.28	0.1
พืชไร่	0.485	1.0
ไม้ยืนต้น	0.15	1.0
ไม้ผล	0.30	1.0
พืชสวน	0.60	1.0
ไร่หมุนเวียน	0.25	1.0
ทุ่งหญ้า	0.10	1.0
เกษตรผสมผสาน	0.225	1.0
ป่าไม้ผลัดใบ	0.003	1.0
ป่าผลัดใบ	0.048	1.0
สวนป่า	0.088	1.0
วนเกษตร	0.088	1.0
ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	0.015	1.0
แหล่งน้ำ	0.00	0.0

ตาราง ค่าช่วงของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมจากการจำแนกระดับความเสี่ยงสูญเสียดินออกเป็น 65-2
ระดับ 5

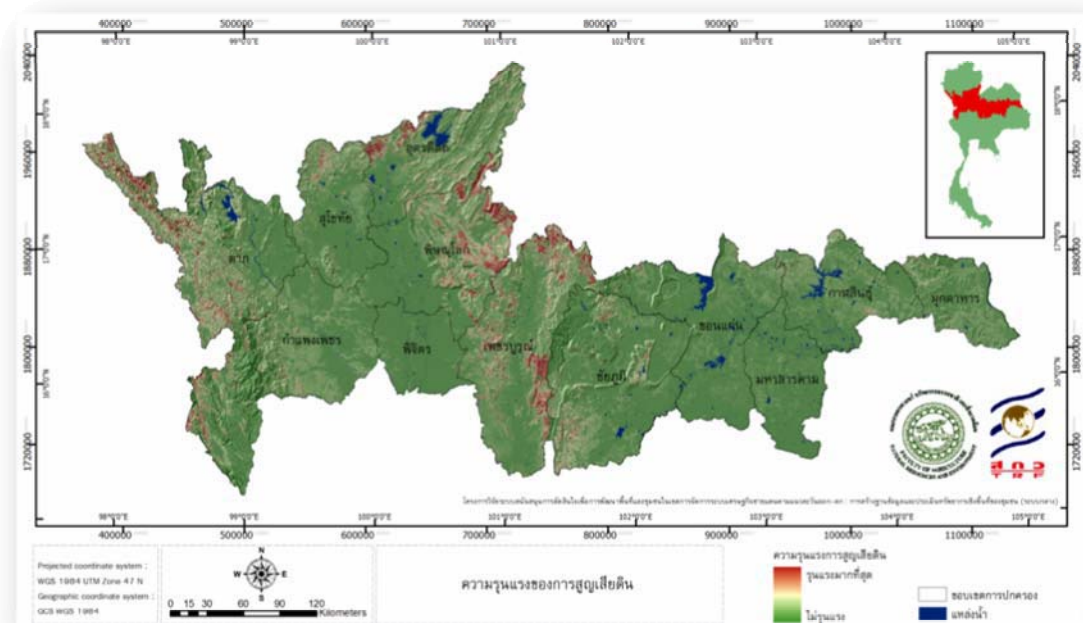
ตัวแปร	ค่าสถิติ	ระดับความเสี่ยง				
		1	2	3	4	5
กลุ่มชุดดิน	ค่าต่ำสุด	1.00	1.00	1.00	7.00	17.00
	ค่าสูงสุด	63.00	63.00	63.00	63.00	62.00
	ค่าเฉลี่ย	39	51	56	58	57
ปริมาณน้ำฝน (.มม)	ค่าต่ำสุด	1,153.79	1,154.06	1,154.69	1,595.08	1,596.63
	ค่าสูงสุด	4,515.20	4,515.21	4,515.21	4,515.19	4,515.05
	ค่าเฉลี่ย	2,093.21	2,434.34	2,541.98	3,034.04	3,156.51
ความลาดชัน (%)	ค่าต่ำสุด	-	-	-	1.12	2.36
	ค่าสูงสุด	302.58	263.68	363.65	174.58	213.43
	ค่าเฉลี่ย	9.80	20.53	32.61	52.55	68.79
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่าต่ำสุด	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
	ค่าสูงสุด	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
	ค่าเฉลี่ย	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00

หมายเหตุ ระดับความเสี่ยงสูงสุด = 5 ระดับความเสี่ยงสูง = 4

ระดับความเสี่ยงปานกลาง = 3 ระดับความเสี่ยงต่ำ = 2 และระดับไม่มีความเสี่ยง = 1

ตาราง 2-66 เนื้อที่การสูญเสียดินรายจังหวัด (ตารางกิโลเมตร)

จังหวัด	< 2 ตัน/ไร่/ปี	2 – 5 ตัน/ไร่/ปี	5 – 15 ตัน/ไร่/ปี	15 – 20 ตัน/ไร่/ปี	> 20 ตัน/ไร่/ปี
กาฬสินธุ์	6,909	24	4		
กำแพงเพชร	8,582	31	10	0	0
ขอนแก่น	10,612	12	6	0	0
ชัยภูมิ	12,537	124	34	0	0
ตาก	16,365	542	332	12	3
พิจิตร	4,285	1	1		
พิษณุโลก	9,739	546	366	7	1
เพชรบูรณ์	11,444	610	334	11	3
มหาสารคาม	5,624	1			
มุกดาหาร	4,165	28	5	0	
สุโขทัย	6,529	79	14	0	0
อุดรธานี	7,473	246	92	0	0
รวม	104,264	2,243	1,198	31	7
เปอร์เซ็นต์	96.77	2.08	1.11	0.03	0.01



ภาพ 2-92 ปริมาณและการกระจายของปริมาณการสูญเสียดิน

2.4.2 พื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่ม

วิธีการหลัก ๆ ในการจัดเตรียมข้อมูลตัวแปรสิ่งแวดล้อมในรูปกริด (Grid) ขนาด 40 * 40 เมตร เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม มีดังนี้

- (1) Convert to grid ได้แก่ ข้อมูลประเภทของกลุ่มดิน
- (2) Distance ได้แก่ ข้อมูลเส้นลำน้ำ และระยะห่างจากรอยเลื่อน
- (3) Tin to Raster ได้แก่ ข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน
- (4) Spatial Interpolation ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

เมื่อได้ข้อมูลกริดแล้วทำการสกัดค่าชั้นของข้อมูลตัวแปรสิ่งแวดล้อมที่เตรียมได้ทั้งหมด ในรายละเอียดกริด 40*40 เมตร (1 ไร่) จำนวนทั้งสิ้น 42,527 กริด แล้วสร้างแบบจำลองแผ่นดินถล่ม โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ T-Test เปรียบเทียบกับวิธีสถิติ Logistic Regression ซึ่งวิธีสถิติ T-Test นั้นนำค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ในพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มในกลุ่มน้ำก้อและที่อำเภอลับแล มาจัดค่าช่วงและใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มาใช้เป็นค่าน้ำหนัก ส่วนการสร้างแบบจำลองจากสถิติ Logistic Regression ซึ่งเป็นเทคนิคการพยากรณ์ โอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดคำนวณจากสมการดังนี้

$$P(\text{พื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่ม}) = \left(\frac{1}{1 + e^{-w}} \right)$$

โดยที่

$$W = \beta_0 + \beta_1 * \text{Rainfall} + \beta_2 * \text{Runoff} + \beta_3 * \text{DEM} + \beta_4 * \text{Slope} + \beta_5 * \text{Grassland} + \beta_6 * \text{Dry Evergreen Forest} + \beta_7 * \text{Mix Deciduous Forest} + \beta_8 * \text{Reforest} + \beta_9 * \text{Agriculture} + \beta_{10} * \text{bare land} + \beta_{11} * \text{Fault} + \beta_{12} * \text{Reforest} + \beta_{13} * \text{Clay} + \beta_{14} * \text{Loam} + \beta_{15} * \text{Soil Complex}$$

$$\begin{aligned} \beta_0 &= \text{ค่าคงที่} \\ \beta_i &= \text{สัมประสิทธิ์ของสมการจำแนกกลุ่ม} \end{aligned}$$

พิจารณาคัดเลือกแบบจำลองแผ่นดินถล่มที่ให้ความถูกต้องมากที่สุดโดยการเปรียบเทียบกลับไปยังแผนที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มในกลุ่มน้ำก้อและที่อำเภอลับแล

ผลการวิเคราะห์ พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อแผ่นดินถล่มของแบบจำลอง Logistic Regression เมื่อคิดเป็นพื้นที่ของจังหวัด พบว่า จังหวัดพิจิตรมีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าจังหวัดอื่น โดยมีพื้นที่เสี่ยงเท่ากับ 2,653 ตร.กม. หรือคิดเป็น 62.3 % ของพื้นที่จังหวัด ดัง 2-93 และตาราง 2-68 พื้นที่เสี่ยงต่อแผ่นดินถล่มของแบบจำลอง T-Test เมื่อคิดเป็นพื้นที่ของจังหวัด พบว่า จังหวัดตากมีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าจังหวัดอื่น โดยมีพื้นที่เสี่ยงเท่ากับ 4,081 ตร.กม. หรือคิดเป็น 23.8 % ของพื้นที่จังหวัดดังภาพ 2-94 และตาราง 2-69 ซึ่งเมื่อซ้อนทับพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มที่ได้จากแบบจำลองกับพื้นที่ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มแล้ว พบว่าแบบจำลอง T-Test มีความถูกต้องมากกว่าแบบจำลอง (logistic regression) ดังนั้น ในการใช้ผลการวิจัยในส่วนพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มจึงเลือกใช้จากแบบจำลอง T-Test เท่านั้น โดยสมการในการคำนวณระดับความเสี่ยงแผ่นดินถล่มมีดังนี้

$$\begin{aligned} \text{แผ่นดินถล่ม} = & (0.422 * [\text{rain}]) + (0.702 * [\text{dem}]) + (0.294 * [\text{slope}]) + (-0.149 * [\text{fault}]) \\ & + (-0.202 * [\text{landuse}]) + (0.161 * [\text{ls_soil}]) + (0.059 * [\text{runoff}]) \end{aligned}$$

เมื่อ

rain	=	ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี (มม.)
dem	=	ความสูงของพื้นที่ (ม.)
slope	=	ความลาดชัน (%)
fault	=	ระยะห่างจากรอยเลื่อน (ม.)
landuse	=	ประเภทการใช้ที่ดิน
ls_soil	=	ชนิดดิน
runoff	=	ปริมาณน้ำท่ารวมทั้งปี (ลบ.ม.)

ภาพ 2-94 การกระจายตัวพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มจากแบบจำลอง T-Test

ตาราง 2-67 ค่าช่วงของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม
จากการจำแนกระดับความเสี่ยงดินถล่มออกเป็น 5 ระดับ

ตัวแปร	ค่าสถิติ	ระดับความเสี่ยง				
		1	2	3	4	5
ความสูงจากระดับน้ำทะเล						
(.ม)	ค่าต่ำสุด	14.714	22.02	26.10	35.15	71.02
	ค่าสูงสุด	829.10	1,437.38	1,438.35	1,880.03	2,110.46
	ค่าเฉลี่ย	167.54	228.29	396.66	573.37	1,042.42
ระยะห่างจากรอยเลื่อน (.ม)						
	ค่าต่ำสุด	0	0	0	0	0
	ค่าสูงสุด	78,680.20	84,135.10	84,036.20	82,031.80	30,668.20
	ค่าเฉลี่ย	16,995.30	15,009.40	6,146.25	3,619.55	2,288.01
ปริมาณน้ำฝน (.ม.ลบ)						
	ค่าต่ำสุด	154.23	153.76	341.97	392.20	661.73
	ค่าสูงสุด	1,124.90	2,257.54	2,257.23	2,256.05	2,244.27
	ค่าเฉลี่ย	966.44	1,133.28	1,222.37	1,271.16	1,299.66
ปริมาณน้ำท่า (.ม.ลบ)						
	ค่าต่ำสุด	0	0	0	0	0
	ค่าสูงสุด	1,327.17	1,329.74	1,398.08	1,398.39	1,185.25
	ค่าเฉลี่ย	171.86	229.07	273.75	330.73	392.68
ความลาดชัน (%)						
	ค่าต่ำสุด	0	0	0	0	0
	ค่าสูงสุด	82.56	252.80	404.76	388.55	318.75
	ค่าเฉลี่ย	2.77	7.43	15.38	27.83	37.69
การใช้ประโยชน์ที่ดิน						
	ค่าต่ำสุด	1.00	-	-	-	-
	ค่าสูงสุด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	ค่าเฉลี่ย	5.00	5.00	3.00	3.00	1.00
เนื้อดิน						
	ค่าต่ำสุด	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ค่าสูงสุด	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	ค่าเฉลี่ย	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00

หมายเหตุ ระดับความเสี่ยงสูงสุด = 5 ระดับความเสี่ยงสูง = 4

ระดับความเสี่ยงปานกลาง = 3 ระดับความเสี่ยงต่ำ = 2 และระดับไม่มีความเสี่ยง = 1

ตาราง 2-68 เนื้อที่เสี่ยงดินถล่มจากแบบจำลอง Logistic Regression

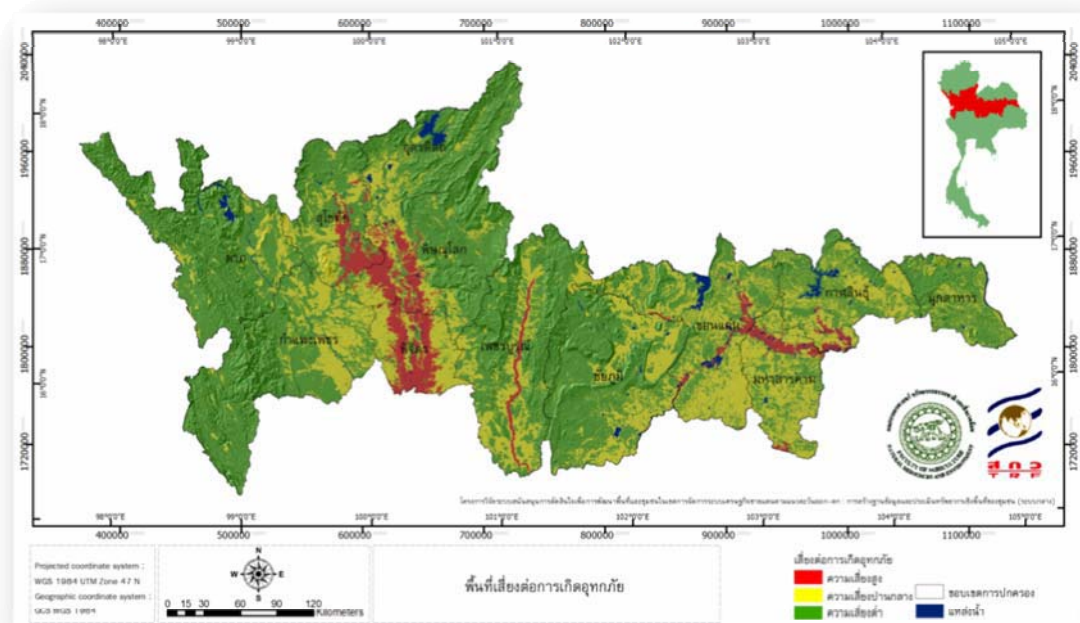
จังหวัด	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยง (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยง (%)
ชัยภูมิ	12,675	12	0.1
ขอนแก่น	10,579	293	2.8
มหาสารคาม	5,615	1,903	33.9
กาฬสินธุ์	6,897	26	0.4
มุกดาหาร	4,164	75	1.8
อุดรดิตถ์	7,758	238	3.1
กำแพงเพชร	8,620	1,783	20.7
ตาก	17,122	949	5.5
สุโขทัย	6,593	239	3.6
พิษณุโลก	10,647	439	4.1
พิจิตร	4,260	2,653	62.3
เพชรบูรณ์	12,347	0	0.0

ตาราง 2-69 พื้นที่เสี่ยงดินถล่มจากแบบจำลอง T-Test

จังหวัด	พื้นที่ทั้งหมด (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยง (ตร.กม.)	%
ชัยภูมิ	12,675	777	6.1
ขอนแก่น	10,579	93	0.9
มหาสารคาม	5,615	0	0.0
กาฬสินธุ์	6,897	66	1.0
มุกดาหาร	4,164	27	0.6
อุดรดิตถ์	7,758	449	5.8
กำแพงเพชร	8,620	591	6.9
ตาก	17,122	4,081	23.8
สุโขทัย	6,593	44	0.7
พิษณุโลก	10,647	960	9.0
พิจิตร	4,260	2	0.0
เพชรบูรณ์	12,347	188	1.5

2.4.3 พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัย

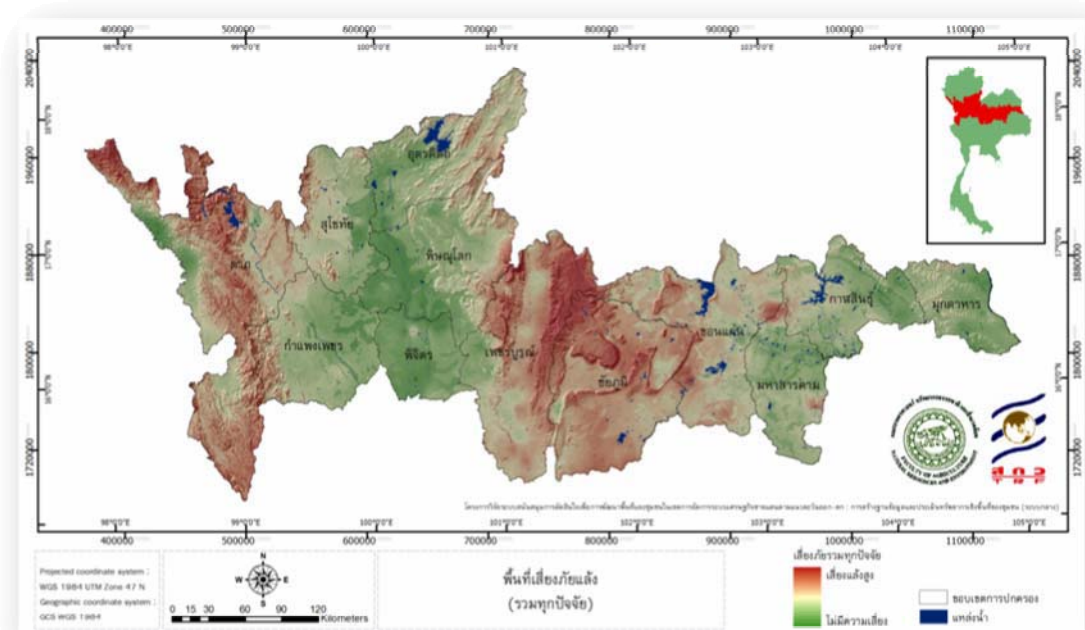
พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยได้จากการจำแนกข้อมูลการสำรวจระยะไกลและฐานข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำมารวมกันจัดสร้างเป็นฐานข้อมูล ได้ผลดังภาพ 9-25 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร บริเวณที่ลุ่มต่ำติดแม่น้ำน่านและยม จังหวัดเพชรบูรณ์ บริเวณแม่น้ำป่าสัก และในจังหวัดมหาสารคามบริเวณแม่น้ำชี



ภาพ 2-95 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

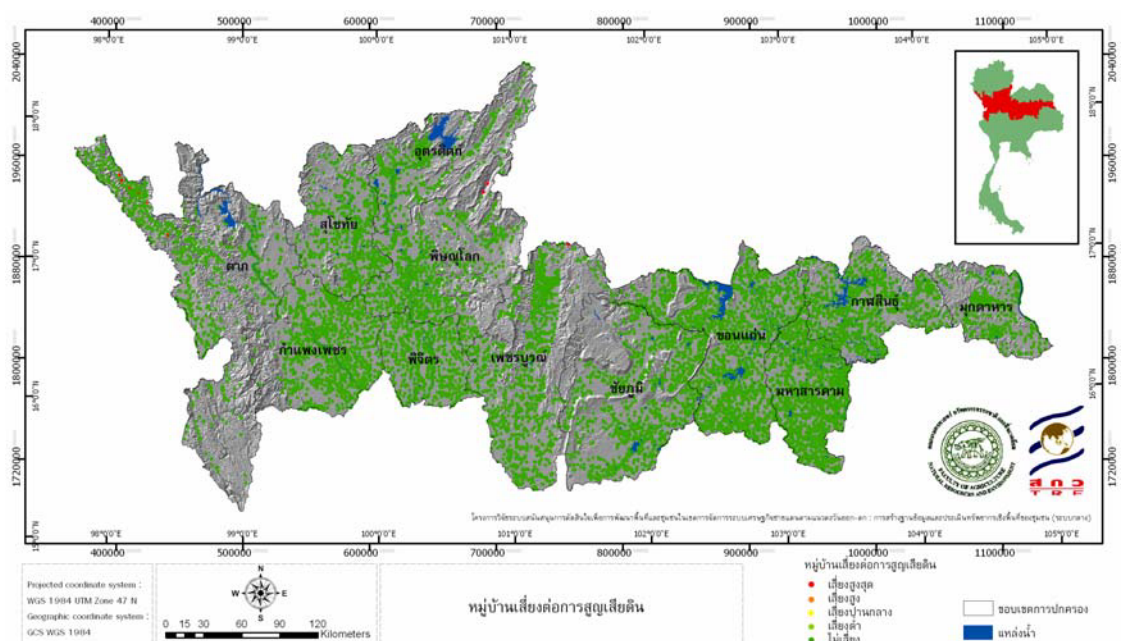
2.4.4 พื้นที่เสี่ยงแล้ง

ในส่วนพื้นที่เสี่ยงแล้งใช้ผลการศึกษาในหัวข้อ 2.2 ซึ่งได้ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรวม (ภาพ 2-96) จากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 กลุ่มปัจจัย คือ ปัจจัยด้านน้ำฝน ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดิน ปัจจัยด้านศักยภาพลุ่มน้ำ ปัจจัยด้านแหล่งน้ำผิวดิน และปัจจัยด้านลักษณะภูมิประเทศและดิน พื้นที่เสี่ยงแล้งส่วนใหญ่กระจายตัวในจังหวัดตาก เพชรบูรณ์ และชัยภูมิ ผลการศึกษาพอสรุปได้ว่าปัจจัยทางด้านภูมิประเทศและดิน ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน และศักยภาพน้ำใต้ดิน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่เสี่ยงแล้งได้กว่าปัจจัยด้านน้ำฝนและอัตราส่วนของเส้นลำน้ำต่อเนื้อที่ลุ่มน้ำ แนวทางในการลดความเสี่ยงแล้งเมื่อพิจารณาจากปัจจัยที่เป็นสาเหตุแล้ว พบว่า ควรมีการพัฒนาแหล่งน้ำผิวดินให้กระจายไปตามพื้นที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศสูงชันและมีศักยภาพน้ำใต้ดินต่ำ



ภาพ 2-96 พื้นที่เสี่ยงแล้ง

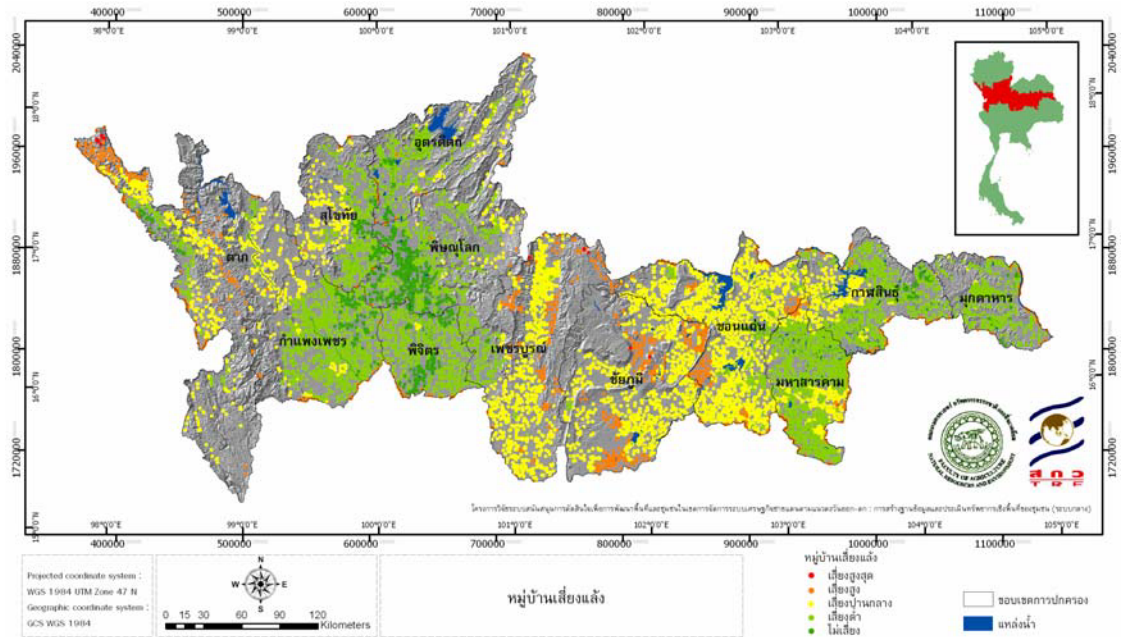
ผลการศึกษาทั้งหมดในส่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยธรรมชาติ ได้นำข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยธรรมชาติทั้งหมดมาจัดทำฐานข้อมูลของหมู่บ้านที่ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงภัยเหล่านี้ออกเป็น 5 ระดับตามเกณฑ์ในตาราง 2-70 โดยสามารถแสดงหมู่บ้านเสี่ยงดังภาพ 2-98 ถึง 2-100 จำนวนหมู่บ้านในแต่ละจังหวัดที่ตกอยู่ในระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติ สามารถสรุปได้ดังตาราง 2-71 ถึง 2-74



ภาพ 2-97 หมู่บ้านที่เสี่ยงสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลาย

[illegible]

ภาพ 2-99 หมู่บ้านที่เลี้ยงดินถล่ม แบบจำลอง (T-Test)



ภาพ 2-100 หมู่บ้านที่เสี่ยงแล้ง

ตาราง 2-70 เกณฑ์การแบ่งค่าระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติ

พื้นที่เสี่ยง	ระดับความเสี่ยง				
	1	2	3	4	5
สูญเสียดิน	0 - 2	2 - 5	5 - 15	15 - 20	20
แผ่นดินถล่ม	0.53 - 1.03	1.03 - 1.63	1.63 - 2.15	2.15 - 2.72	2.72 - 4.09
แล้งด้านภูมิประเทศ	-1.60 - -0.42	-0.42 - 0.77	0.77 - 2.06	2.06 - 3.47	3.47 - 25.92
แล้งด้านน้ำใต้ดิน	-3.27 - -2.55	-2.55 - -1.66	-1.66 - -0.21	-0.21 - 0.26	0.26 - 0.62
แล้งด้านน้ำฝน	-7.80 - -3.74	-3.74 - -2.15	-2.15 - -1.14	-1.14 - -0.27	-0.27 - 1.79
แล้งด้านน้ำผิวดิน	-1.17 - -0.67	-0.67 - -0.05	-0.05 - 0.62	0.62 - 1.33	1.33 - 2.30
แล้งด้านลุ่มน้ำ	-0.13 - -0.12	-0.12 - -0.11	-0.11 - -0.10	-0.10 - -0.08	-0.08 - 0.18
แล้งรวม	-2.72 - -1.12	-1.12 - -0.48	-0.48 - 0.16	0.16 - 0.91	0.91 - 10.89

หมายเหตุ ระดับความเสี่ยงสูงสุด = 5 ระดับความเสี่ยงสูง = 4

ระดับความเสี่ยงปานกลาง = 3 ระดับความเสี่ยงต่ำ = 2 และระดับไม่มีความเสี่ยง = 1

ตาราง 2-71 จำนวนหมู่บ้านตามระดับความรุนแรงของการสูญเสียดิน

จังหวัด	ระดับเสี่ยง				
	ไม่เสี่ยง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงสูง	เสี่ยงสูงสุด
กาฬสินธุ์	1,339				
กำแพงเพชร	1,058				
ขอนแก่น	2,013				
ชัยภูมิ	1,228				
ตาก	802	6			
พิจิตร	662				
พิษณุโลก	906	1	3		
เพชรบูรณ์	1,804				
มหาสารคาม	447				
มุกดาหาร	755				
สุโขทัย	520				
อุตรดิตถ์	1,200	1	1		

ตาราง 2-72 จำนวนหมู่บ้านตามระดับความเสี่ยงอุทกภัย

จังหวัด	ระดับเสี่ยง				
	ไม่เสี่ยง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงสูง	เสี่ยงสูงสุด
กาฬสินธุ์	430	845	64		
กำแพงเพชร	507	551			
ขอนแก่น	626	1,249	138		
ชัยภูมิ	620	601	7		
ตาก	675	123	10		
พิจิตร	35	320	307		
พิษณุโลก	326	304	280		
เพชรบูรณ์	440	1,175	189		
มหาสารคาม	287	158	2	351	
มุกดาหาร	205	199	43	0	
สุโขทัย	1	506	623	73	
อุตรดิตถ์	430	845	64		

ตาราง 2-73 จำนวนหมู่บ้านตามระดับความเสี่ยงดินถล่มจากแบบจำลอง T-Test

จังหวัด	ระดับเสี่ยง				
	ไม่เสี่ยง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงสูง	เสี่ยงสูงสุด
กาฬสินธุ์	409	681	236	13	
กำแพงเพชร	226	726	87	19	
ขอนแก่น	1,538	385	87	3	
ชัยภูมิ	965	198	59	6	
ตาก	190	254	180	155	29
พิจิตร	454	188	20		
พิษณุโลก	82	620	182	24	2
เพชรบูรณ์	608	1,143	51	2	
มหาสารคาม	5	188	241	13	
มุกดาหาร	452	273	27	3	
สุโขทัย	93	262	135	30	
อุตรดิตถ์	876	261	55	10	

ตาราง 2-74 จำนวนหมู่บ้านตามระดับความเสี่ยงแล้ง

จังหวัด	ระดับเสี่ยง				
	ไม่เสี่ยง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงสูง	เสี่ยงสูงสุด
กาฬสินธุ์	54	825	310	150	
กำแพงเพชร	115	823	90	30	
ขอนแก่น	9	229	1,609	166	
ชัยภูมิ	4	11	913	298	2
ตาก	31	139	463	168	7
พิจิตร	158	477	9	18	
พิษณุโลก	372	452	72	14	
เพชรบูรณ์	3	1,315	317	169	
มหาสารคาม	20	375	6	46	
มุกดาหาร	120	402	186	47	
สุโขทัย	59	348	80	33	
อุตรดิตถ์	12	117	887	182	4

2.5 การสร้างระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อผลิตและบริการ

ในการดำเนินงานส่วนนี้ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก ๆ คือ (1) พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชภายใต้เกณฑ์เงื่อนไข (2) ระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับเพาะปลูกพืช (3) การกำหนดปฏิทินเพาะปลูกพืชสำหรับเขตเกษตรน้ำฝน (4) การกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชโดยใช้น้ำบาดาล (5) ความมั่นคงด้านการผลิตอาหาร (6) การวิเคราะห์พื้นที่บริการและโครงข่ายการขนส่งสินค้าและบริการ และ (7) การจัดลำดับอาชีพทางเลือกที่เหมาะสมกับทรัพยากรและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

2.5.1 พื้นที่เหมาะสมปลูกพืชภายใต้เกณฑ์เงื่อนไข

แนวคิดการดำเนินงานส่วนนี้คือการรวม (union) ชั้นข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะสามารถใช้เป็นเกณฑ์เงื่อนไขในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิดที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูล SoilView (ตาราง 2-75) ขั้นตอนหลัก ๆ ในการสร้างฐานข้อมูลคือนำข้อมูลระดับความเหมาะสมปลูกพืชของ SoilView มารวมกับชั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่โครงการวิจัยได้จัดทำไว้ทางด้านภูมิอากาศ (ได้แก่ อุณหภูมิ ความยาวแสง และความชื้นสัมพัทธ์) ด้านน้ำ (ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดิน) ด้านภูมิประเทศ (ความลาดชันและความสูงต่ำ) ด้านชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และด้านความเสี่ยงภัยธรรมชาติ

ตาราง 2-75 รายชื่อชนิดพืชที่สามารถค้นหาพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมจากเกณฑ์เงื่อนไขที่กำหนด

ชนิดพืช	ชื่อพืช
ARABICA	กาแฟอราบิก้า
AVOCADO	อโวคาโด
BAMBOO	ไผ่ตง
BANANA	กล้วย
BARLEY	ข้าวบาร์เลย์
BEAN	ถั่วต่างๆ
CABBAGE	กะหล่ำปลี
CASHEW NUT	มะม่วงหิมพานต์
CASSAVA	มันสำปะหลัง
CHILLI	พริก
COCONUT	มะพร้าว
CORN	ข้าวโพดหวาน
COTTON	ฝ้าย
FLOWERS	ไม้ดอก
FRUIT	ไม้ผลเมืองหนาว
GARLIC	กระเทียม
JACKFRUIT	ขนุน
KAPOK	นุ่น

ตาราง 2-75 รายชื่อชนิดพืชที่สามารถค้นหาพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมจากเกณฑ์เงื่อนไขที่กำหนด (ต่อ)

ชนิด	ชื่อพืช
LONGAN	ลำไย
LYCHEE	ลิ้นจี่
MAIZE	ข้าวโพด
MANGO	มะม่วง
MUNG BEAN	ถั่วเขียว
OIL	ละหุ่ง
ONION_L	หัวหอม
ONION_R	หอมแดง
ORANGE1	ส้ม
ORANGE2	ส้มโอ
ORANGE3	ส้มเขียวหวาน
ORANGE4	ส้มเกลี้ยง
PASTURE	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
PARA RUBBER	ยางพารา
PEANUT	ถั่วลิสง
PINEAPPLE	สับปะรด
POTATO	มันฝรั่ง
RICE	ข้าว

ตาราง 2-75 รายชื่อชนิดพืชที่สามารถค้นหาพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมจากเกณฑ์เงื่อนไขที่กำหนด (ต่อ)

ชนิด	ชื่อพืช
SESAME	งา
SILK	หม่อนไหม
SORGHUM	ข้าวฟ่าง
SOYBEAN	ถั่วเหลือง
CANE	อ้อย
TAMARIND	มะขาม
TEA	ชา
TOBACCO	ยาสูบ
TOMATO	มะเขือเทศ
UPRICE	ข้าวไร่
VEGETABLES	ผักต่างๆ
WHEAT	ข้าวสาลี
Y_CORN	ข้าวโพดฝักอ่อน

สำหรับปัจจัย 5 ด้าน ที่ใช้เป็นเกณฑ์เงื่อนไขในการตัดสินใจในการค้นหาพื้นที่ที่เหมาะสมมีดังนี้

- 1) ปัจจัยด้านดิน ใช้ระดับความเหมาะสมของกลุ่มดินต่อการเพาะปลูกจากฐานข้อมูล SoilView
- 2) ปัจจัยด้านภูมิอากาศ ได้แก่ ความยาวนานของแสงเฉลี่ยต่อวันในแต่ละฤดูกาล (ชั่วโมง) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อวันในแต่ละฤดูกาล (เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิเฉลี่ยต่อวันในแต่ละฤดูกาล (องศาเซลเซียส) ทั้งนี้จัดทำฐานข้อมูลส่วนนี้แยกเป็น 3 ฤดูกาลคือ ฝน หนาว และร้อน
- 3) ปัจจัยด้านน้ำ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละฤดูกาล (มิลลิเมตร) ปริมาณน้ำท่าผิวดินเฉลี่ยต่อวันในแต่ละฤดูกาล (ลูกบาศก์เมตร) และค่าความเหมาะสมของปริมาณน้ำในดินต่อการปลูกพืชในแต่ละฤดู ทั้งนี้จัดทำฐานข้อมูลส่วนนี้แยกเป็น 3 ฤดูกาลคือ ฝน หนาว และร้อน
- 4) ปัจจัยด้านภูมิประเทศและลุ่มน้ำ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร) ความลาดเทของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์) และ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
- 5) ปัจจัยด้านภัยธรรมชาติ ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และ พื้นที่สูญเสียดิน (ตัน/ปี)

ในการศึกษาได้แบ่งปัจจัยด้านภูมิอากาศ และน้ำซึ่งมีความแตกต่างกันเนื่องจากฤดูกาลออกเป็น 3 ฤดู (กรมอุตุนิยมวิทยา, เว็บไซต์) คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือน กุมภาพันธ์-กลางเดือนพฤษภาคม (สัปดาห์ที่ 7-19 ของปี) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนตุลาคม (สัปดาห์ที่ 20-41 ของปี) และฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์ (สัปดาห์ที่ 42- 52 และสัปดาห์ที่ 1 -6 ของปีต่อมา) เนื่องจากข้อมูลจากทุกปัจจัยส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์ที่ต้องใช้แบบจำลองข้อมูลในรูปกริดการนำข้อมูลเหล่านี้ไปพัฒนาเป็นเกณฑ์เงื่อนไขในระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการค้นหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อชนิดพืชที่กำหนดจึงมีข้อจำกัดโดยเฉพาะการใช้ระยะเวลามากในการประมวลผลและเรียกใช้งานไฟล์ข้อมูล ดังนั้นในการดำเนินงานเพื่อพัฒนาระบบโปรแกรมจากผลการวิจัยในส่วนนี้จึงออกแบบให้เป็นระบบเรียกใช้และประมวลผลในรูปข้อมูลเวกเตอร์ โดยการจำแนก (Reclassify) แก่ค่าข้อมูลกริดออกเป็นช่วงต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเวกเตอร์ที่ได้จากการเปลี่ยนรูป (Convert) จากกริดมาเป็นเวกเตอร์ในแต่ละชั้นข้อมูลของตัวแปรเกณฑ์เงื่อนไขมาทำการรวมเพื่อสร้างพื้นที่โพลิกอนที่มีคุณลักษณะของตัวแปรเกณฑ์เงื่อนไขต่าง ๆ ตามที่ได้จำแนกไว้ รายละเอียดของผลการศึกษาแต่ละปัจจัยมีดังนี้

■ ปัจจัยด้านดิน

ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการเพาะปลูกพืช กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาถึงระดับความเหมาะสมของชุดดินแต่ละชุดดินต่อพืชแต่ละชนิด ภายใต้ชื่อโปรแกรม SoilView ซึ่งทางโครงการวิจัยได้นำมาพิจารณาในการกำหนดชนิดพืชปลูกที่เหมาะสม (ตาราง 2-76) ตัวอย่างระดับความเหมาะสมของดินต่อการเพาะปลูกพืชแสดงดังภาพ 2-101 ถึง 2-106 ความหมายของระดับความเหมาะสมและข้อจำกัดสำหรับการเพาะปลูกพืชในข้อมูลของ SoilView ได้แสดงด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังตาราง 2-77

ตาราง 2-76 ระดับความเหมาะสมของดินต่อการเพาะปลูกพืช

ระดับความเหมาะสม	คำอธิบายระดับความเหมาะสม
1	เหมาะสมมาก
2	ไม่ค่อยเหมาะสม
3	ไม่เหมาะสม