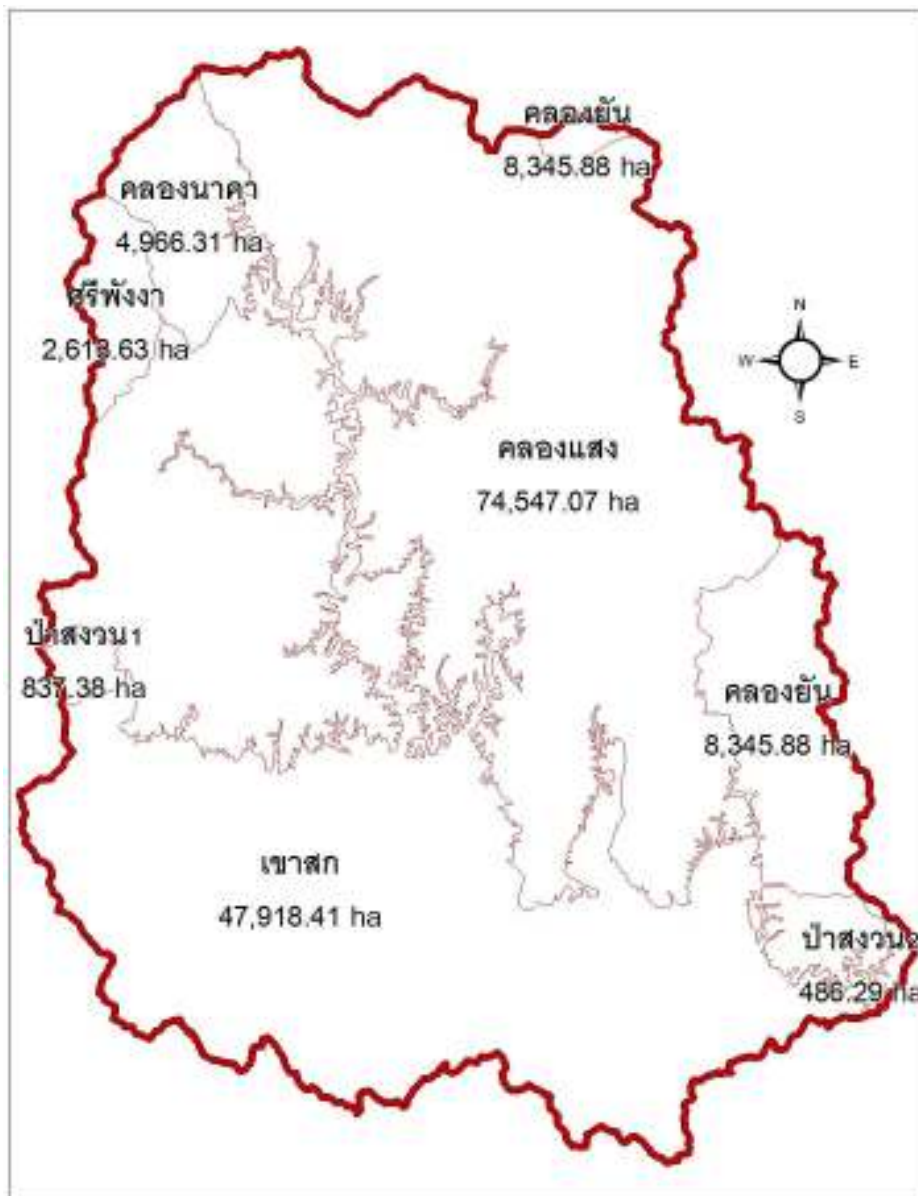


## ผลและวิจารณ์

### ผล

พื้นที่รับน้ำของเขื่อนรัชชประภามีขนาดพื้นที่รวม 873,217.17 ไร่ หรือ 139,714.97 เฮกตาร์ ซึ่งคำนวณตามแนวเส้นขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำที่ได้จากการประมวลผลจากโปรแกรม ArcGIS ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ตามกฎหมาย 7 แห่ง โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ใน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง 74,547.07 เฮกตาร์ และอุทยานแห่งชาติเขาสก 47,918.41 เฮกตาร์ มีเล็กน้อยอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยัน 8,345.88 เฮกตาร์ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา 4,966.31 เฮกตาร์ อุทยานแห่งชาติศรีพังงา 2,613.63 เฮกตาร์ และป่าสงวนแห่งชาติอีก 2 แห่ง มีพื้นที่ 837.38 และ 486.29 เฮกตาร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



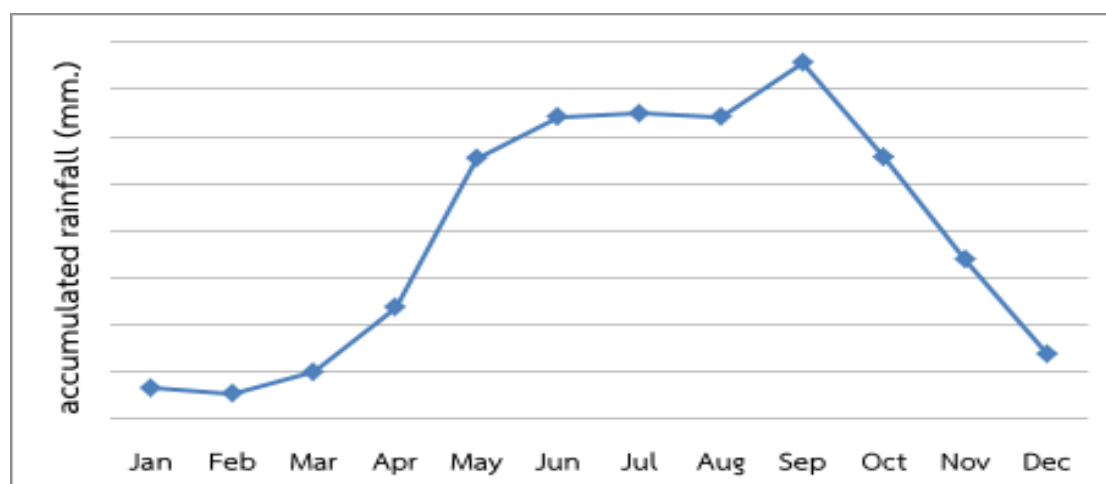
ภาพที่ 9 พื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ตั้งอยู่ในขอบเขตลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา

ส่วนผลลัพธ์จากการนำข้อมูลมาจัดเตรียมด้วยโปรแกรม ArcGIS ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำเข้าไปประมวลผลด้วย แบบจำลอง InVEST มีดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี (precipitation) ในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภาที่จะใช้ในแบบจำลองเป็นข้อมูลแบบ raster ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีได้เท่ากับ 4,734,761 มิลลิเมตร หรือ 4,734.761 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือ คิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ได้เท่ากับ 33,888.716 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ หรือ 5,422.20 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ โดยมีฝนตกหนักในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม และมีปริมาณสะสมสูงสุดในเดือนกันยายน (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนสะสมที่คำนวณจากคาบ 50 ปี ในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา

month	acc. rainfall (mm.)	acc. rainfall (m <sup>3</sup> /ha)	acc. rainfall (m <sup>3</sup> /rai)
Jan	66,957	479.24	76.68
Feb	54,022	386.66	61.87
Mar	101,146	723.95	115.83
Apr	237,157	1,697.43	271.59
May	553,397	3,960.90	633.74
Jun	641,709	4,592.99	734.88
Jul	649,265	4,647.07	743.53
Aug	641,482	4,591.36	734.62
Sep	756,198	5,412.43	865.99
Oct	555,960	3,979.24	636.68
Nov	338,858	2,425.35	388.06
Dec	138,610	992.09	158.73
Total	4,734,761	33,888.72	5,422.20

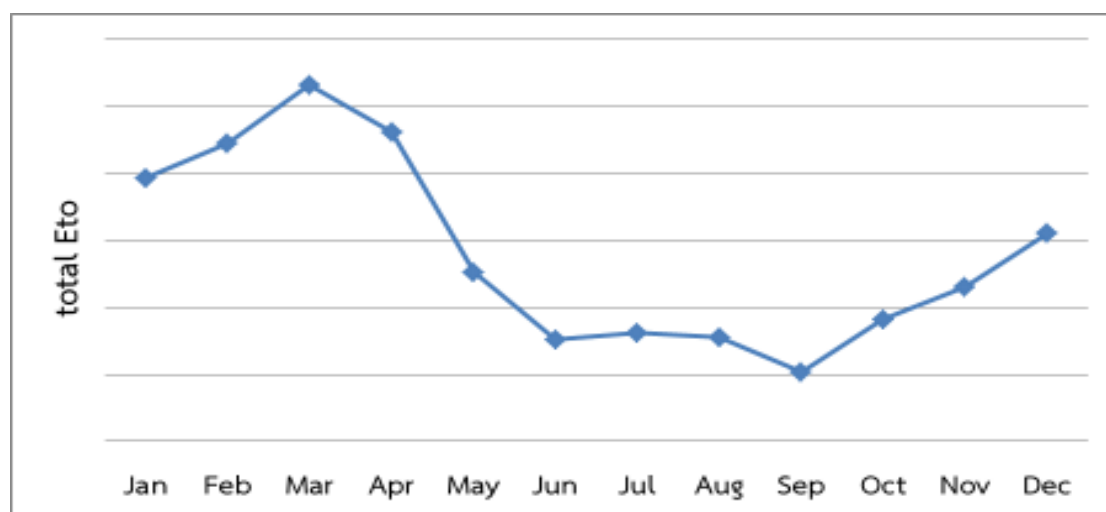


ภาพที่ 10 ปริมาณน้ำฝนสะสมที่คำนวณจากคาบ 50 ปี ในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา

2) การคายระเหยอ้างอิงรายปี (average annual reference evapotranspiration) ด้วยสมการที่ดัดแปลงมาจากสมการของฮาร์กรีฟ และประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS ในรูปแบบ raster file มีปริมาณการคายระเหยอ้างอิงรายปี 1,690,919 มิลลิเมตร หรือ 1,690.919 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเฉลี่ยต่อพื้นที่ 12,12.63 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ หรือ 1,936.42 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ โดยมีอัตราการคายระเหยสูงในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนเมษายน และสูงสุดในเดือนมีนาคม (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 3)

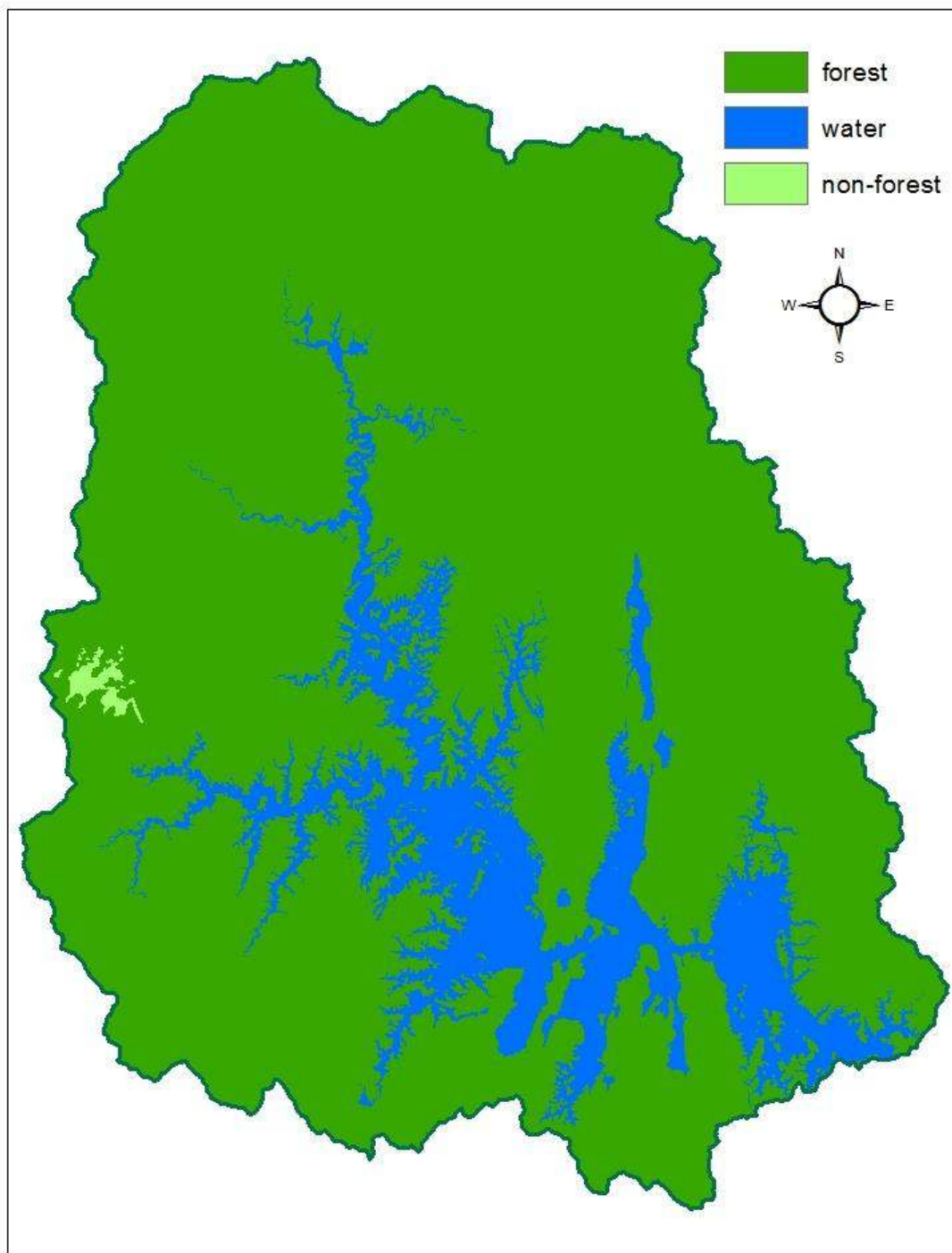
ตารางที่ 6 ปริมาณการคายระเหย ในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา

month	total Eto (mm.)	total Eto (m <sup>3</sup> /ha)	total Eto (m <sup>3</sup> /rai)
Jan	196,783	1,408.46	225.35
Feb	222,634	1,593.49	254.96
Mar	266,328	1,906.22	305.00
Apr	231,162	1,654.53	264.72
May	126,288	903.90	144.62
Jun	75,826	542.72	86.84
Jul	81,097	580.45	92.87
Aug	77,492	554.64	88.74
Sep	51,531	368.83	59.01
Oct	91,217	652.88	104.46
Nov	115,192	824.48	131.92
Dec	155,369	1,112.04	177.93
<b>Total</b>	<b>1,690,919</b>	<b>12,102.63</b>	<b>1,936.42</b>



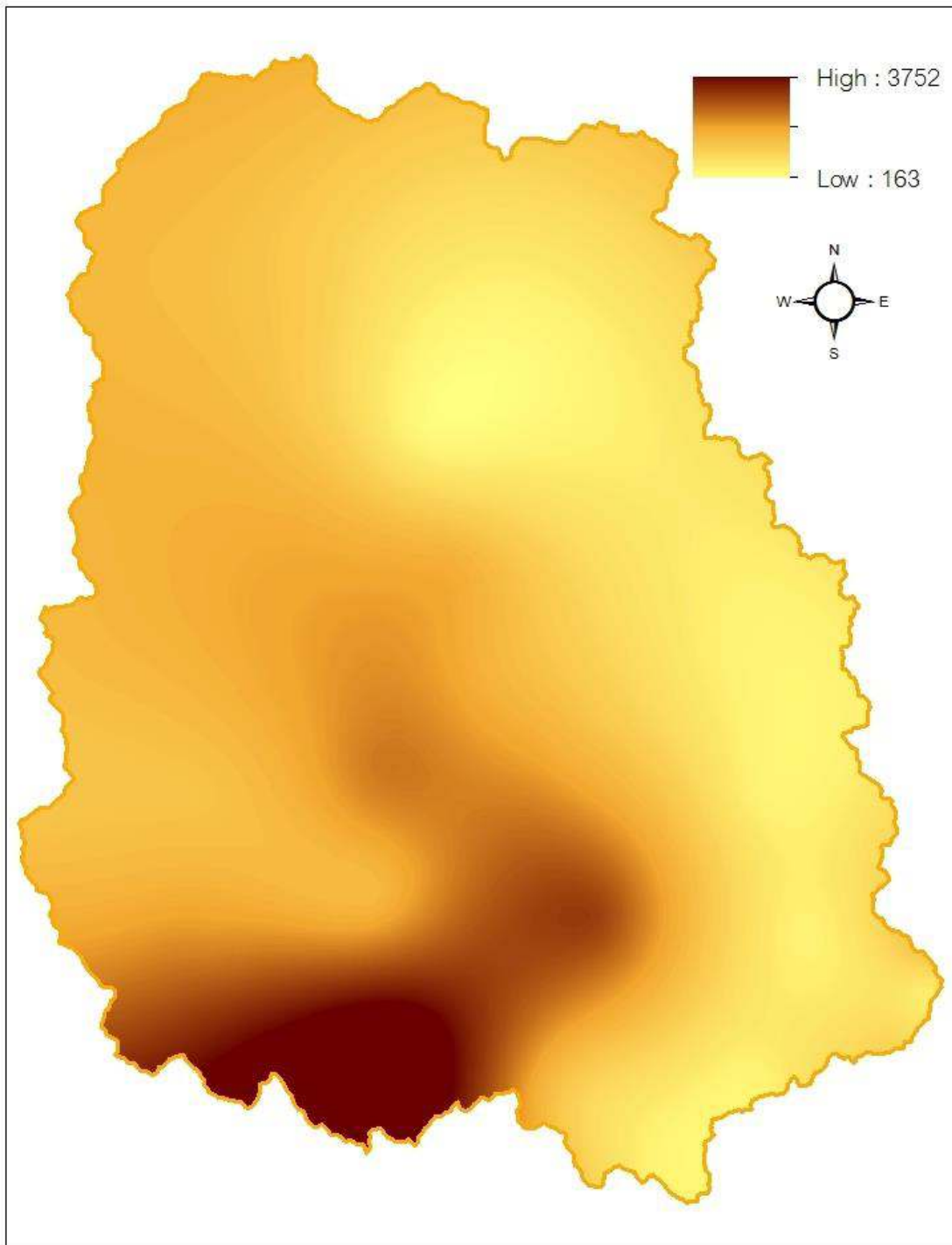
ภาพที่ 11 ปริมาณการคายระเหย ในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา

3) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (land use and land cover) ของพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา พ.ศ. 2558 ซึ่งแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม LANSAT 5 มีรายละเอียดการใช้ประโยชน์ 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ ป่าดิบชื้น 753,198 ไร่ คิดเป็น 86.26 เปอร์เซ็นต์ พื้นน้ำ 117,722 ไร่ คิดเป็น 13.48 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่อื่นๆ (สวนผลไม้ สวนยางพารา และสวนปาล์มน้ำมัน) 2,297 ไร่ คิดเป็น 0.26 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่รับน้ำทั้งหมด ประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS ให้มีรูปแบบเป็น raster file (ภาพที่ 4)



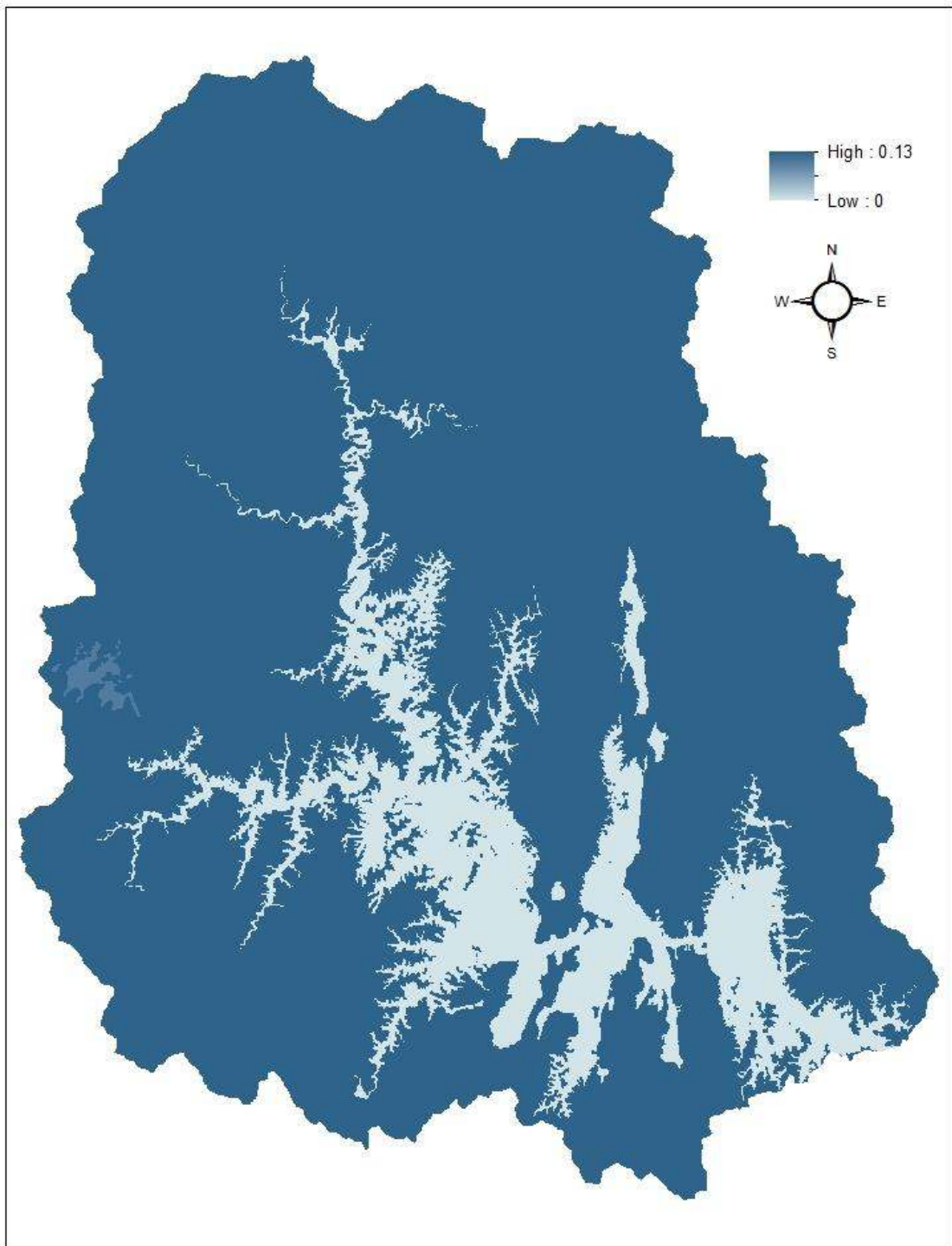
ภาพที่ 12 การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา

4) ความลึกดิน (soil depth) ข้อมูลความลึกดินของพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการลงพื้นที่ชุดหลุมดินกระจายทั้งพื้นที่ แล้วประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS คำสั่ง Interpolation ให้อยู่ในรูปแบบ raster file มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร ซึ่งเป็นระดับความลึกที่รากถุยกัยั้งด้วยชั้นหินที่เป็นวัตถุดันกำเนิด มีความลึกตั้งแต่ 163-3,752 มิลลิเมตร แสดงผลตามภาพที่ 5



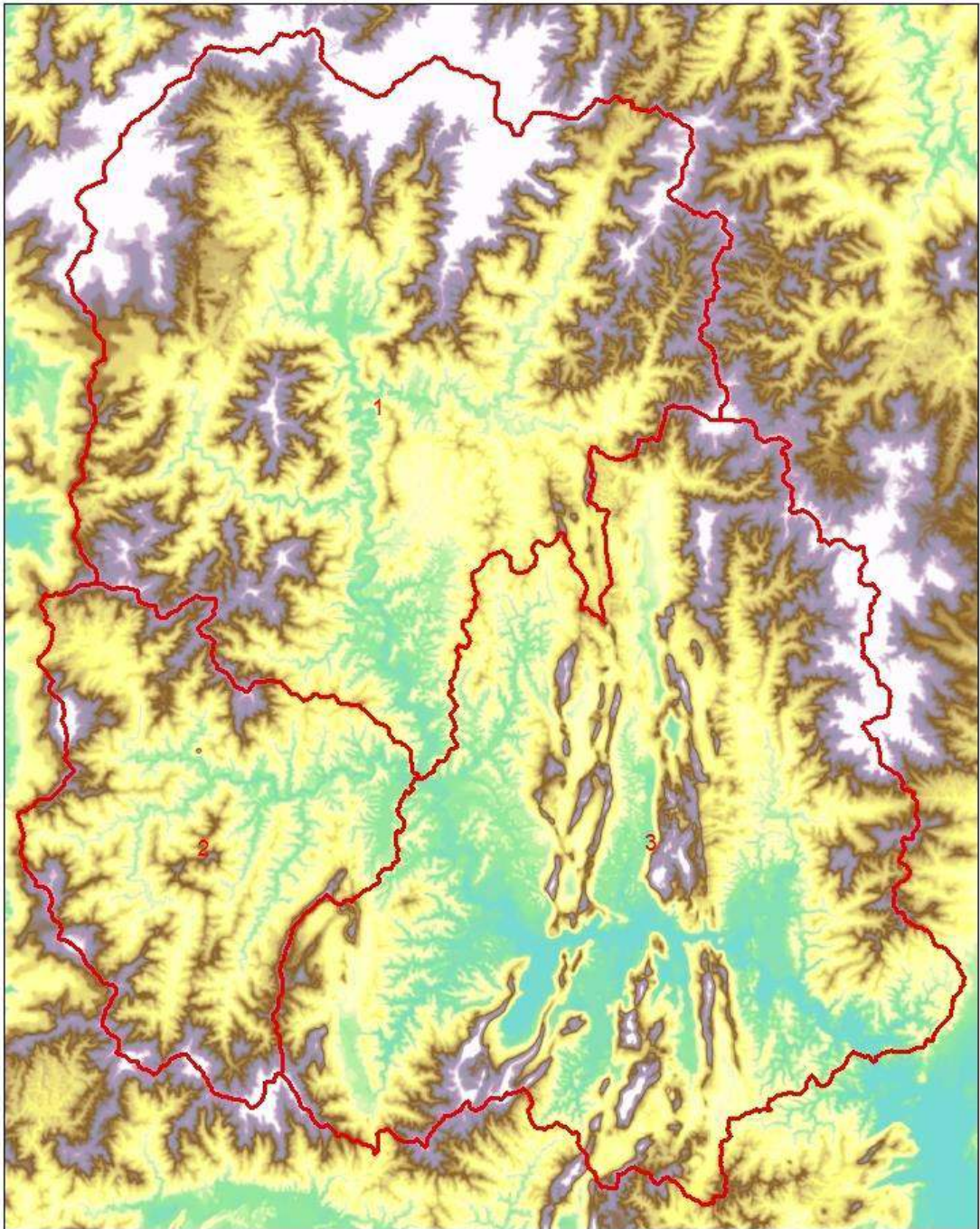
ภาพที่ 13 ความลึกดินในพื้นที่รับน้ำเขื่อนรัชชประภา

5) ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ (plant available water content; PAWC) แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำจากดินของสิ่งปกคลุมตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ พื้นน้ำมีค่าเป็น 0 พื้นที่เกษตรได้แก่ ยางพารา ผลไม้ และปาล์มน้ำมัน มีค่า 0.10 และพื้นที่ป่าสมบูรณ์ มีค่า 0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ประมวลผลด้วยโปรแกรม ArcGIS ให้มีรูปแบบเป็น raster file (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 14 ปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ตามประเภทสิ่งปกคลุมดิน

6) ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย (sub-watershed) ใช้โปรแกรม ArcGIS ประมวลผล ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ลุ่มน้ำย่อย มีขนาดพื้นที่ 586.06, 222.26 และ 588.82 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ จัดรูปแบบข้อมูลเป็น vector file (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7)

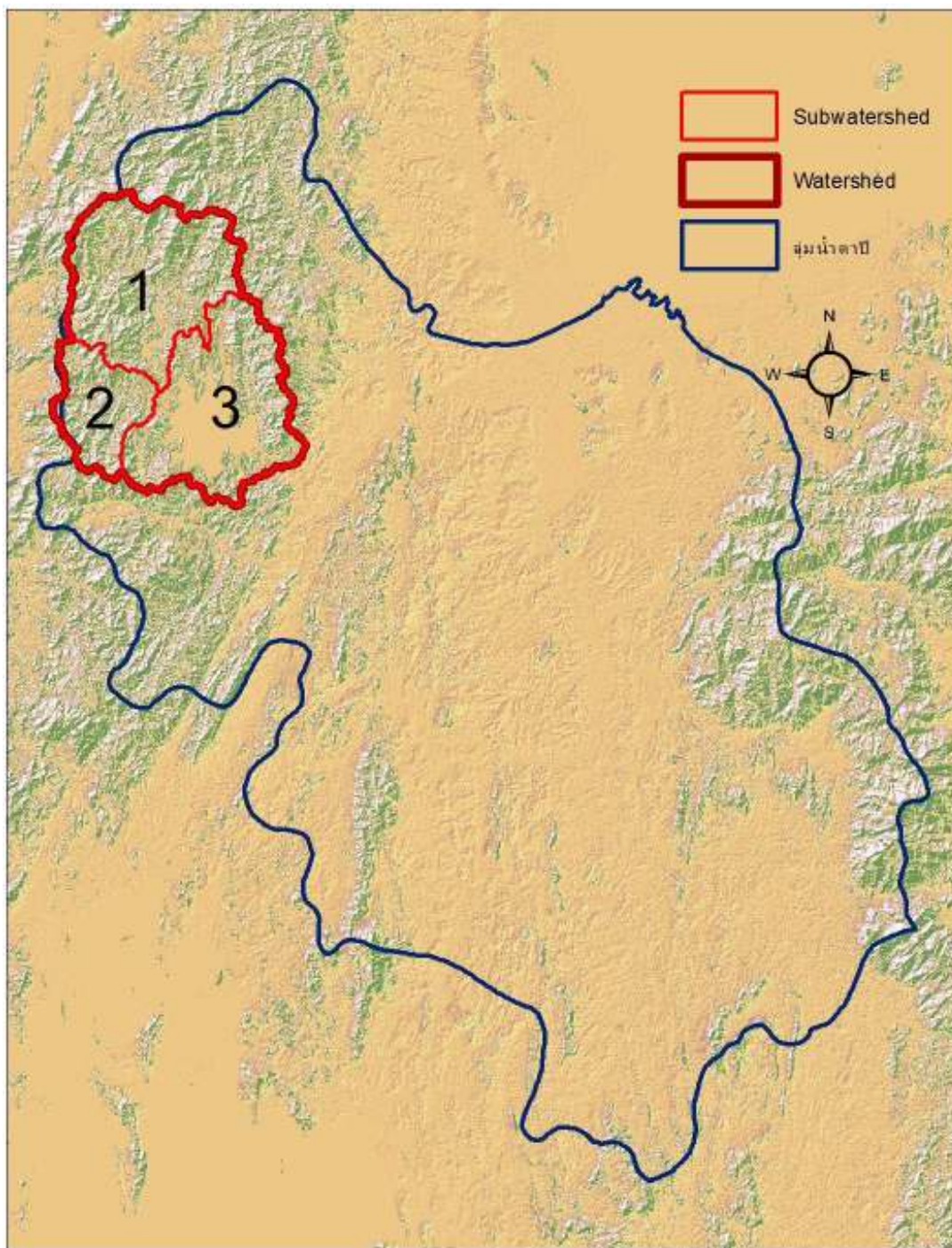


ภาพที่ 15 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา

7) ขอบเขตลุ่มน้ำหลัก (watershed) ได้จากการ merge ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยเข้าด้วยกัน ครอบคลุมพื้นที่ 1,397.14 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 10.63 เปอร์เซ็นต์ ของลุ่มน้ำตาปี (Mae Nam Tapi basin) พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ด้านทิศเหนือของลุ่มน้ำหลักดังกล่าว (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 7 ข้อมูลลุ่มน้ำและลุ่มน้ำย่อย

ลุ่มน้ำ/ลุ่มน้ำหลัก	ขนาดพื้นที่ (sq.km.)	ลุ่มน้ำย่อย	ขนาดพื้นที่ (sq.km.)
Rajjaprabha dam/ Mae Nam Tapi	1,397.14	1	586.06
		2	222.26
		3	588.82



ภาพที่ 16 ขอบเขตลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภาและลุ่มน้ำตาปี



8) ตารางชีวกายภาพ (biophysical table) ที่จัดรูปแบบเป็น csv file (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 8 ตารางชีวกายภาพลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา

LULC_description	Lu_code	Kc	root_depth (mm.)	LULC_vegetation
forest	10	0.83	7300	1
water	50	1	0	0
non-forest	90	0.71	2500	1

9) Zhang constant ใช้ค่าความคงที่ของฤดูกาล (seasonal factor) โดยพิจารณาจากจำนวนวันที่ฝนตกหนักในรอบปีตามการศึกษาของ Donohue et al. (2012) อ้างโดย Sharp et al. (2014) ซึ่งเกณฑ์ปริมาณฝนที่ใช้ประเมินความหนักเบาของฝนมี 4 ระดับ ได้แก่

ฝนเล็กน้อย(Light Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 0.1 - 10.0 มิลลิเมตร

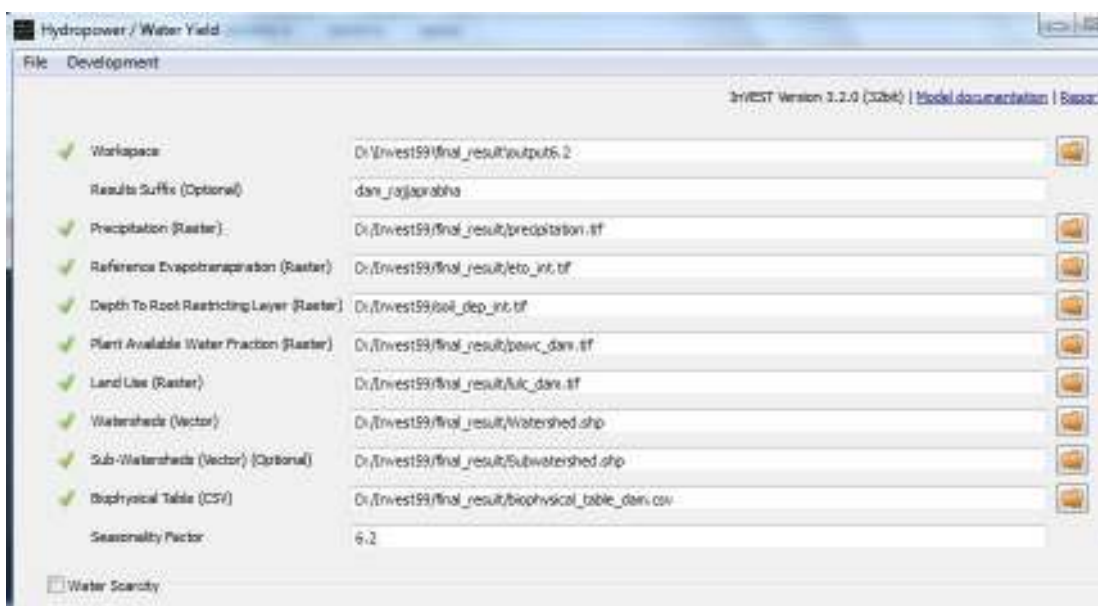
ฝนปานกลาง(Moderate Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 10.1 - 35.0 มิลลิเมตร

ฝนหนัก(Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 35.1 - 90.0 มิลลิเมตร

ฝนหนักมาก(Very Heavy Rain) ฝนตกมีปริมาณตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตร ขึ้นไป

และจากข้อมูลของสถานีตรวจวัดน้ำฝนของเขื่อนรัชชประภา ที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ จำนวน 5 สถานี มีค่าเฉลี่ยวันที่ฝนตกหนักในรอบปี 31 วัน จึงได้ค่าคงที่ของฤดูกาล เท่ากับ 6.2

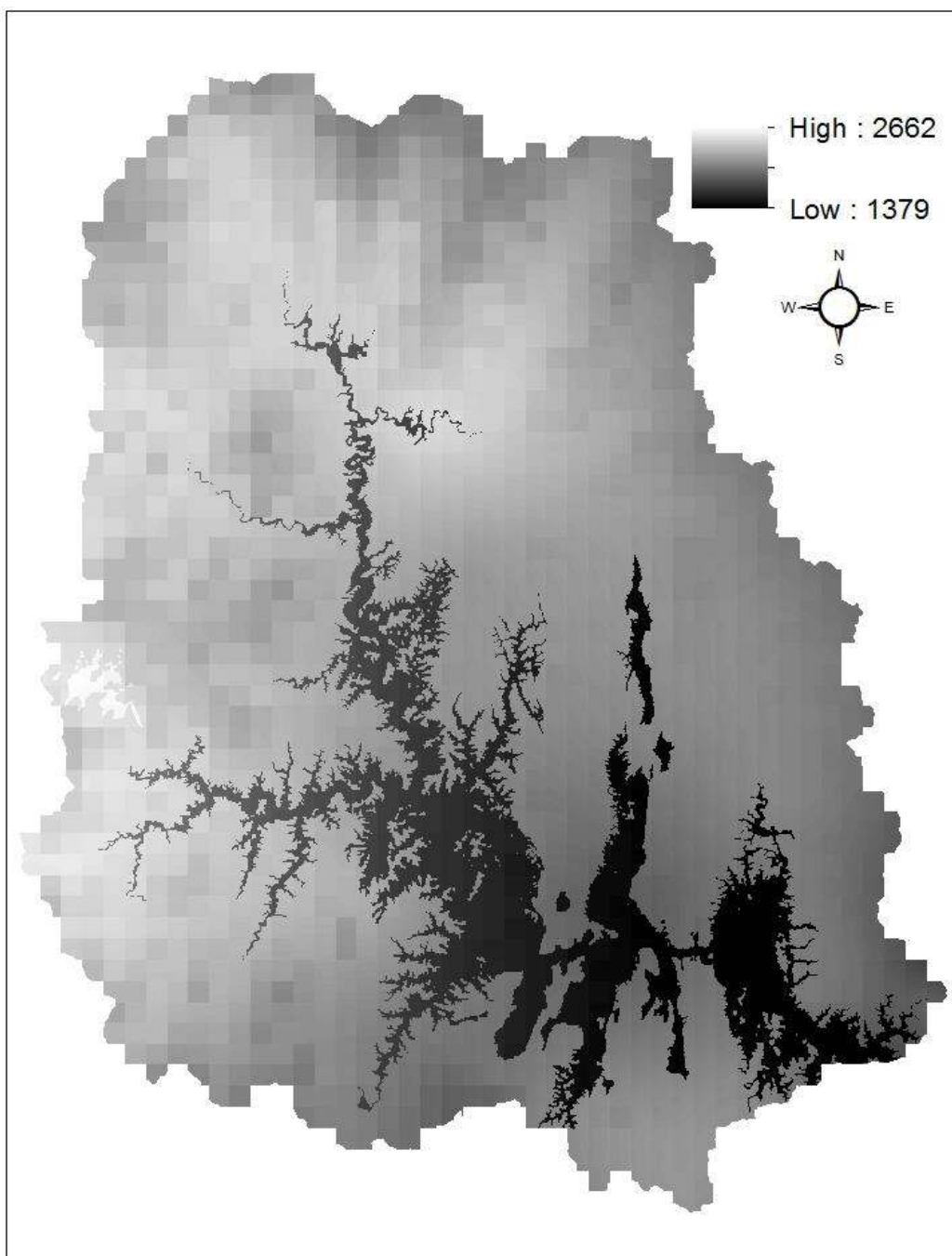
เมื่อนำปัจจัยต่าง ๆ นำเข้าประมวลผลในโมเดล InVEST v3.2 – Water Yield (ภาพที่ 9) แล้วให้แบบจำลองประมวลผลออกมา พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา มีนิเวศบริการด้านการให้น้ำแก่ลุ่มน้ำหลักซึ่งได้แก่ ลุ่มน้ำตาปี มีปริมาณรวม 3,066,955,214.58 ลูกบาศก์เมตร/ปี หรือ 3,512.25 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี (ตารางที่ 6 และภาพที่ 10)



ภาพที่ 17 การนำเข้าข้อมูลตามรูปแบบที่แบบจำลองกำหนด

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำรายปีจากลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา

ลุ่มน้ำ/ลุ่มน้ำหลัก	Water yield (m <sup>3</sup> /year)	ลุ่มน้ำย่อย	Water yield (m <sup>3</sup> /year)
เขื่อนรัชชประภา/ แม่น้ำตาปี	3,066,955,214.58	1	1,350,337,843.48
		2	518,465,934.94
		3	1,198,151,436.16
รวม			3,066,955,214.58



ภาพที่ 18 ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีของลุ่มน้ำรัชชประภาในระดับพิกเซล

จากข้อมูลทางชลศาสตร์ของเขื่อนรัชชประภา ระบุว่าเขื่อนรัชชประภามีปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนรายปีอยู่ที่ประมาณ 3,057 ล้านลูกบาศก์เมตร (วิกิพีเดีย, 2560) เมื่อเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยแบบจำลองนี้ พบว่าผลจากแบบจำลองมีค่ามากกว่าอยู่ประมาณ 10 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี หรือ 0.33 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนของมูลค่าด้านนิเวศบริการของกลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภาในแง่ของการให้น้ำนั้น เมื่อใช้ฐานต้นทุนการผลิตน้ำดิบของการประปาส่วนภูมิภาค ที่อัตรา 20 บาท/ลูกบาศก์เมตร (ลิตรละ 2 สตางค์) สามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำรัชชประภามีมูลค่าในด้านนี้ 61,339,104,291.60 บาท/ปี หรือประมาณ 61,339 ล้านบาท/ปี

### วิจารณ์

แบบจำลองปริมาณน้ำมีพื้นฐานมาจากความสมดุลของน้ำแบบง่าย ๆ โดยถือว่าน้ำที่ไม่ได้สูญเสียไปโดยการคายระเหยจะไหลออกมาจากลุ่มน้ำ แบบจำลองนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเฉลี่ยต่อปีของระดับพิภพขนาด 30 x 30 เมตร แต่รายงานผลในระดับลุ่มน้ำย่อย ข้อมูลที่ใส่ในแบบจำลองอย่างอื่นเช่น ความลึกจำกัดของราก หรือปริมาณน้ำที่มีสำหรับพืช จะมีความอ่อนไหวต่อความแปรผันน้อยกว่า ดังนั้นหากมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลอง กับปริมาณที่วัดได้จริงแล้วต้องปรับแก้ข้อมูล จึงควรเริ่มจากข้อมูลที่มีความอ่อนไหวต่อความแปรผันมากกว่าก่อน ในการศึกษาครั้งนี้ เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำเขื่อนรัชชประภา เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับข้อมูลจริงที่เขื่อนรัชชประภา ว่ามีความคลาดเคลื่อนเพียงใดนั่นเอง โดยผลการศึกษาในครั้งนี้นั้น มีค่าความคลาดเคลื่อนจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยรายปีจากข้อมูลจริง อยู่ที่ +0.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ายอมรับได้ในระดับหนึ่ง

ปริมาณน้ำที่ได้สามารถคำนวณออกมาได้เป็นหน่วยต่อพื้นที่ ซึ่งจากผลการศึกษานี้ได้เท่ากับ 21,951.51 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์/ปี หรือ 3,512.25 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี โดยค่าดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการคำนวณค่าเสียหายอันเกิดจากการบุกรุกพื้นที่ ทำลายป่าทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ของการให้น้ำรายปีได้ ในส่วนของมูลค่าเป็นตัวเงินสามารถใช้มูลค่าจากอัตราต้นทุนการผลิตน้ำดิบของการประปาส่วนภูมิภาค ในอัตรา 20 บาท/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถคำนวณออกมาได้ประมาณ 70,245 บาท/ไร่/ปี โดยเป็นตัวเลขประมาณการดังกล่าวอาจจะไม่ถูกต้องนักในทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากอัตราราคาต่อหน่วยไม่ได้สะท้อนถึงความเต็มใจจ่ายของผู้บริโภคจริงๆ (willingness to pay) แต่เนื่องจากยังมีได้มีผู้ใดศึกษาไว้ จึงอนุโลมใช้อัตราราคาดังกล่าวไปก่อน อย่างไรก็ตาม มูลค่าด้านนิเวศบริการของป่าต้นน้ำนั้น ยังมีหลายด้านมาก ตัวเลขของมูลค่าดังกล่าวเป็นเพียงการทดลองใช้แบบจำลองประเมินออกมาในแง่ของการให้น้ำเพียงด้านเดียว ในรายละเอียดของแบบจำลองยังมี วิธีการประเมินมูลค่าอีกมากมาย ยกตัวอย่างเช่น การเก็บรักษาธาตุอาหาร (nutrient retention) การกักเก็บคาร์บอน (carbon) การให้ผลผลิตเนื้อไม้ (timber) การเป็นแหล่งผสมเกสร (pollination) คุณภาพการเป็นถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า (habitat quality) คุณภาพด้านภูมิทัศน์ (scenic quality) เป็นต้น ซึ่งถ้าหากมีการเก็บข้อมูลในส่วนของปัจจัยที่ต้องนำเข้าไปในแบบจำลองด้านอื่นๆ ย่อมสามารถประเมินมูลค่าของนิเวศบริการได้ครอบคลุมทุกด้าน