

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการขยะมูลฝอย ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น GIS for Solid Waste Management of The Local Administration

อภิชัย วัจักษณ์ประเสริฐ^{1*} และคณิต ไช้มุกต²

¹นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จังหวัดนครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาเพื่อพัฒนาเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย โดยใช้หลักการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย และการให้ค่าความเหมาะสมกับระดับย่อยของปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม 3 ท่าน แล้วทำการพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลขยะมูลฝอย ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย จากนั้นนำค่าดังกล่าวและเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย แล้วนำระบบที่พัฒนาขึ้นทั้ง 2 ส่วนไปทดสอบความสามารถในการใช้งานได้กับเจ้าหน้าที่ด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมของ อบต.บ้านเกาะ อบต.สุรนารี และ อบต.มะเกลือเก่า ผลที่ได้จากการพัฒนาเกณฑ์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านธรณีวิทยา ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านการคมนาคม และด้านความหนาแน่น ผลจากการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบการจัดการฐานข้อมูลขยะมูลฝอย พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.21 แสดงให้เห็นว่าระบบมีความสามารถในการใช้งานได้อยู่ในระดับมากที่สุด และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย มีค่าเฉลี่ย 4.19 แสดงให้เห็นว่าระบบมีความสามารถในการใช้งานได้อยู่ในระดับมาก

Abstract

This research aimed to develop the criteria for selecting areas for solid waste management in terms of importance of factors and the fitness with the minor levels of factors by 3 environmental experts. Result of database management system was suitable areas for solid waste management. The developed criteria and the result of the suitable areas for solid waste management was transferred to Geographic Information System (GIS) in order to select areas for solid waste management. The developed system was then tested by the public health and environment officials in 3 local administration offices, consisting of Ban Koh, Suranaree, and Maklue Kao local administration offices. The criteria retrieved from this investigation comprises 5 factors in terms of following aspects; geology, economy, sociology, transportation and density. According to the results of the usability of the database management system was 4.21 and geographic information system was 4.18, it was seen that the users could use the system in solid waste management in a suitable manner.

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบการจัดการฐานข้อมูล ขยะมูลฝอย

Keywords: Geographic Information System, Database Management System, Solid Waste

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ apichai_717@hotmail.com โทร. 089-718-8779

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน รวมไปถึงปัญหาขยะมูลฝอย ที่จำเป็นต้องได้รับการจัดการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขยายตัวรุนแรงและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อตอบสนองต่อนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540-2559 อันได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอย ตลอดจนการกำหนดแนวทางในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติในอนาคต (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, www, ม.ป.ป.) ในส่วนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้ง 3 ส่วน คือ องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล และ องค์การบริหารส่วนตำบล ถือได้ว่ามีหน้าที่โดยตรงต่อการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอย โดยได้มีการประกาศไว้ในพระราชบัญญัติอย่างชัดเจน คือ 1) พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2542); 2) พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496 (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2496); และ 3) พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537 (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2537)

สืบเนื่องจากรัฐบาลต้องการให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอันประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อช่วยในการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพการทำงานตามภารกิจ เกิดบูรณาการและเอกภาพในระบบข้อมูล (สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548) แต่เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีจำนวนทั้งสิ้นถึง 7,851 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการมาตรฐานการบริหารงานบุคคลส่วนท้องถิ่น, 2551) และแต่ละแห่งยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างไร้ทิศทางและขาดความต่อเนื่อง ที่ผ่านมามีผู้ที่พัฒนาระบบฐานข้อมูลพร้อมทั้งประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้งานเฉพาะพื้นที่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบที่เป็นกลางสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยไม่จำกัดพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่พัฒนา ขึ้นเป็นระบบที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการบันทึกข้อมูล ปริมาณ และการกำจัดขยะมูลฝอย ตลอดจน การจัดทำรายงาน การพยากรณ์ และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย อันเป็นการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) อันเป็นระบบการจัดทำแผนที่ที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวตลอดเวลา (Dynamic Mapping System) มีการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่และมีความสามารถให้ผู้ใช้ระบบตั้งคำถามหรือสอบถามได้ (Spatial Data-Processing and Querying Capabilities) (Gorr, W.L. and Kurland, K.S., 2007) เข้ามาสำหรับการหาพื้นที่ที่เหมาะสมกับการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อช่วยให้การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ และการจัดการขยะมูลฝอย ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นไปอย่างมีระบบยิ่งขึ้น ตลอดจนช่วยให้การจัดหาพื้นที่สำหรับบริการ

จัดการขยะมูลฝอยมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับประชาชนในพื้นที่

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

2.1 การพัฒนาเกณฑ์เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย โดยใช้หลักการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อยด้วยแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม 3 ท่าน

2.2 การพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลขยะมูลฝอย ผู้วิจัยทำการพัฒนาระบบผ่านทางเว็บไซต์ โดยใช้ภาษา PHP (Lash, D.A., 2003) และใช้ MySQL ในการจัดการฐานข้อมูล ในการใช้งานผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอย รวมทั้งสามารถเรียกดูรายงาน การพยากรณ์ปริมาณขยะมูลฝอยได้ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการจัดการฐานข้อมูล คือ ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

2.3 การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย ผู้วิจัยพัฒนาระบบด้วยโปรแกรม ArcGIS โดยใช้ข้อมูลเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นและผลลัพธ์ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยที่ได้จากระบบการจัดการฐานข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ ในการใช้งานผู้ใช้ต้องเลือกแผนที่ และป้อนข้อมูลปัจจัยย่อย เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

2.4 การทดสอบความสามารถในการใช้งานของระบบกับเจ้าหน้าที่ด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 3 แห่ง ประกอบด้วย องค์กรบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ องค์กรบริหารส่วนตำบลสุรนารี และ องค์กรบริหารส่วนตำบลมะเกลือเก่า จังหวัดนครราชสีมา โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของประชากรต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร (ตร.กม.) เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรจะมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอย รวมทั้งมีผลต่อการจัดการขยะมูลฝอย โดย อบต.บ้านเกาะเป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง เฉลี่ย 1,314 คนต่อตร.กม. อบต.สุรนารีเป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นปานกลาง เฉลี่ย 317 คนต่อ ตร.กม. อบต.มะเกลือเก่า เป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นต่ำ เฉลี่ย 68 คนต่อตร.กม.

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ใช้งาน เป็นคำถามปลายปิดและคำถามปลายเปิด ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้งานระบบ ประกอบด้วยระบบการจัดการฐานข้อมูลขยะมูลฝอย และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่ในการจัดการขยะมูลฝอย การแปลผลคะแนนแบบสอบถามแบ่งระดับเพื่อวัดความสำคัญของแต่ละปัจจัยออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ คะแนน 4.21-5.00 คือ มากที่สุด คะแนน 3.41-4.20 หมายถึง มาก คะแนน 2.61-3.40 คือ ปานกลาง คะแนน 1.81-2.60 คือ น้อย คะแนน 1.00-1.80 คือ น้อยที่สุด และได้จำแนกหลักเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบออกเป็น 5 ด้าน คือ ความมี

ประสิทธิภาพ (Efficiency) ความมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) ความพึงพอใจ (Satisfaction) ความเชื่อถือได้ในการใช้งาน (Reliability) และความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) (Folmer, E. and Bosch, J., 2004) (Seffah, A., Donyae, M., Kline, R.B. and Padma, H.K., 2006)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก คือ ผลการพัฒนาเกณฑ์เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย ส่วนที่สอง คือ ผลการพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลขยะมูลฝอย ส่วนที่สาม คือ ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย และส่วนสุดท้าย คือ ผลการ

ทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ รายละเอียด ดังนี้

3.1 ผลการพัฒนาเกณฑ์เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย

จากตารางที่ 1 แสดงผลการพัฒนาเกณฑ์เพื่อเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย ค่าน้ำหนักความสำคัญกับปัจจัย และค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย โดยจะคัดเลือกเฉพาะปัจจัยย่อยที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยสูงสุดของแต่ละปัจจัยหลักมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับพัฒนาระบบ แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีนี้ปัจจัยย่อยที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยสูงสุดไม่สามารถใช้หาพื้นที่ที่เหมาะสมได้ ผู้วิจัยจะนำค่าปัจจัยย่อยที่มีค่าเฉลี่ยถัดไปมาใช้งานแทนในแต่ละปัจจัยหลักนั้น

ตารางที่ 1 เกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย

ปัจจัยหลัก	*		ปัจจัยย่อย	**
1. ด้านธรณีวิทยา 1.1 ประเภทของดิน	4.00	หิน		2.00
		ดินทราย		1.67
		ดินร่วน		4.00
		ดินเหนียว		5.00
		ดินลูกรัง		3.00
1.2 ระดับความสูงของพื้นที่	4.00	ต่ำกว่า 300 เมตร		3.50
		301-600 เมตร		1.50
		601-900 เมตร		2.00
		901-1,200 เมตร		2.00
		สูงกว่า 1,200 เมตร		1.00
1.3 ระยะห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ	4.67	น้อยกว่า 300 เมตร		0.33
		301-600 เมตร		1.67
		601-900 เมตร		2.67

ตารางที่ 1 เกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่สำหรับการจัดการขยะมูลฝอย (ต่อ)

ปัจจัยหลัก	*	ปัจจัยย่อย	**	
		901-1,200 เมตร	4.33	
		มากกว่า 1,200 เมตร	4.67	
2. ด้านเศรษฐกิจ	2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน	4.33	ที่รกร้างว่างเปล่า	5.00
			เกษตรกรรม	3.67
			ชุมชนหนาแน่นน้อย	4.00
			ชุมชนหนาแน่นปานกลาง	3.33
			ชุมชนหนาแน่นมาก/พาณิชยกรรม	3.00
	2.2 ราคาที่ดิน	4.00	ที่ดินได้รับการบริจาคพื้นที่สาธารณประโยชน์	5.00
			ราคาต่ำกว่าราคาประเมิน 100%	3.67
			ราคาสูงกว่าหรือน้อยกว่าราคาประเมิน 100%	2.67
			ราคาสูงกว่าราคาประเมิน 100-200%	2.67
			ราคาสูงกว่าราคาประเมินมากกว่า 200%	2.00
3. ด้านสังคม	3.1 ระยะห่างจาก แนวเขตโบราณสถาน	4.67	น้อยกว่า 1 กิโลเมตร	0.67
			1-2 กิโลเมตร	2.00
			2-3 กิโลเมตร	2.67
			3-4 กิโลเมตร	3.33
			4-5 กิโลเมตร	4.00
			5-6 กิโลเมตร	3.67
			6-7 กิโลเมตร	4.00
			7-8 กิโลเมตร	4.00
			8-9 กิโลเมตร	4.00
			9-10 กิโลเมตร	4.33
		10 กิโลเมตรขึ้นไป	4.00	
	3.2 ระยะห่างจาก ชุมชนหลัก	4.33	น้อยกว่า 500 เมตร	1.00
			501-1,000 เมตร	1.67
			1,001-1,500 เมตร	3.00
			1,501-2,000 เมตร	4.33
			มากกว่า 2,000 เมตร	5.00
	3.3 ระยะห่างจาก ถนนสายหลัก	4.00	0-300 เมตร	1.33
301-600 เมตร			2.67	
601-900 เมตร			3.67	

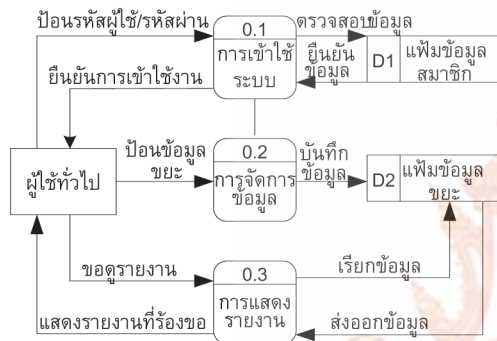
ตารางที่ 1 เกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่สำหรับการขยะมูลฝอย (ต่อ)

ปัจจัยหลัก		*	ปัจจัยย่อย	**
			901-1,200 เมตร	4.33
			1,201-1,500 เมตร	3.67
4. การคมนาคม	4.1 การคมนาคม	4.33	ห่างจากชุมชนไม่เกิน 1 กม. และมีถนนตัดผ่าน	1.00
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 2 กม. และมีถนนตัดผ่าน	1.67
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 3 กม. และมีถนนตัดผ่าน	2.33
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 4 กม. และมีถนนตัดผ่าน	2.67
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 5 กม. และมีถนนตัดผ่าน	3.33
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 6 กม. และมีถนนตัดผ่าน	3.33
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 7 กม. และมีถนนตัดผ่าน	3.67
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 8 กม. และมีถนนตัดผ่าน	3.00
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 9 กม. และมีถนนตัดผ่าน	2.33
			ห่างจากชุมชนไม่เกิน 10 กม. และมีถนนตัดผ่าน	2.67
			ห่างจากชุมชนเกิน 10 กม. และมีถนนตัดผ่าน	1.00
5. ด้านความ หนาแน่น	5.1 ความเหมาะสม ในการรองรับปริมาณ ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต	5.00	รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 10 ปี	3.00
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 20 ปี	4.67
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 30 ปี	4.00
		3.67	รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 10 ปี	2.67
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 20 ปี	3.67
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 30 ปี	3.33
		4.67	รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 10 ปี	3.33
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 20 ปี	4.67
			รองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้ 30 ปี	4.00

ค่า* คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัย, ค่า** คือ ค่าความเหมาะสมของปัจจัยย่อย

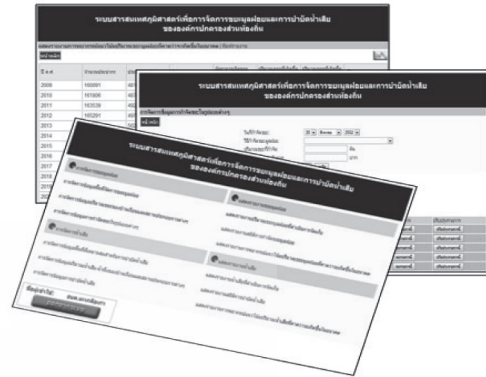
3.2 ผลการพัฒนาระบบ SW-DBMS (Solid Waste Database Management System)

ระบบ SW-DBMS มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการจัดการขยะมูลฝอยจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อม และจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ ออกแบบระบบ และพัฒนาระบบ (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 แผนภาพกระแสข้อมูลรวมในระดับที่ 0 (DFD Level 0) ของระบบ SW-DBMS

ระบบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 1) การจัดการข้อมูลพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย การจัดการข้อมูลปริมาณขยะของบ้านเรือน/สถานประกอบการต่าง ๆ และการจัดการข้อมูลการกำจัดขยะในรูปแบบต่าง ๆ 2) แสดงรายงานขยะมูลฝอย ได้แก่ แสดงรายงานปริมาณขยะมูลฝอยที่ดำเนินการจัดเก็บ แสดงรายงานการกำจัดขยะมูลฝอย และแสดงรายงานการพยากรณ์แนวโน้มปริมาณขยะมูลฝอยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 หน้าจอของระบบ SW-DBMS

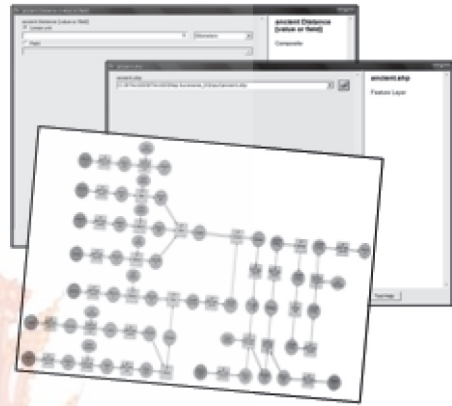
3.3 ผลการพัฒนาระบบ GIS-SWM (GIS for Solid Waste Management)

จากรูปที่ 3 เป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่สำหรับการจัดการขยะมูลฝอย ข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

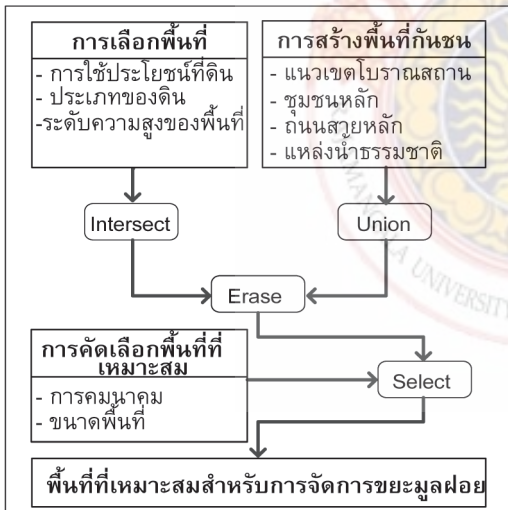
1. กลุ่มการเลือกพื้นที่ คือ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นที่จัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย 3 ชั้นข้อมูล ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทของดิน และระดับความสูงของพื้นที่
2. กลุ่มสร้างพื้นที่กันชน คือ พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นพื้นที่จัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย 4 ชั้นข้อมูล ได้แก่ แนวเขตโบราณสถาน ชุมชนหลัก ถนนสายหลัก และแหล่งน้ำธรรมชาติ
3. กลุ่มการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม คือ การเลือกพื้นที่ในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อให้ได้พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย 2 ชั้นข้อมูล ได้แก่ การคมนาคม และขนาดพื้นที่

หลังจากทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีขั้นตอน คือ นำข้อมูลจากกลุ่มการเลือกพื้นที่ข้างต้นมาทำการซ้อนทับแบบ intersect จะได้ผลลัพธ์แสดงขอบเขตพื้นที่ที่ซ้ำกันของทั้ง 3 ชั้นข้อมูล อันเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย และนำข้อมูลจากกลุ่มการสร้างพื้นที่กันชนมาทำการซ้อนทับแบบ union จะได้ผลลัพธ์แสดงขอบเขตพื้นที่ทั้งหมดของทั้ง 4 ชั้นข้อมูล อันเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย จากนั้นนำผลลัพธ์จากการซ้อนทับแบบ union และ intersect มาทำการ erase จะได้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย ขั้นต้น นำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการเลือกโดยใช้ Select by location และ Select by attribute เพื่อให้ได้พื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ระบบที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาระบบ โดยระบบ GIS-SWM จะมีลักษณะเป็นโมเดลที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ประมวลผลได้หลายครั้งกับหลาย ๆ พื้นที่ โดยใช้โมเดลและกระบวนการเดิม เพียงแต่เปลี่ยนข้อมูลแผนที่ชุดใหม่เท่านั้น (ดังรูปที่ 4)



รูปที่ 4 หน้าจอของระบบ GIS-SWM



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่สำหรับจัดการขยะมูลฝอย

3.4 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ (Usability Testing) ของระบบ

ผลการทดสอบความสามารถใช้งานได้ของระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS และผลการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS

1. ด้านประสิทธิผล โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.25$, S.D. = 0.44) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถทำงานได้บรรลุผลสำเร็จของงาน

ตามที่วางไว้ โดยระบบมีการวางหมวดหมู่เหมาะสม จำนวนภาษา จำนวนขั้นตอน และลำดับขั้นตอนการทำงานมีความเหมาะสม ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS ด้านประสิทธิผล

ด้านประสิทธิผล	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ระบบมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลได้อย่างเหมาะสม	4.33	0.58	มากที่สุด
จำนวนภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม ชัดเจนถูกต้องทำให้ท่านเข้าใจได้โดยง่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
จำนวนขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้นเหมาะสมทำให้ง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
ลำดับขั้นตอนการทำงานมีความสอดคล้องกันซึ่งมีความง่ายในการใช้งาน	4.33	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.25	0.44	มากที่สุด

2. ด้านประสิทธิภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.39) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้สำเร็จตามเป้าหมาย

ที่ตั้งไว้อย่างคุ้มค่าและสมบูรณ์ ทั้งการป้อนข้อมูล การดูรายงานได้โดยง่าย และภาพรวมของระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS ด้านประสิทธิภาพ

ด้านประสิทธิภาพ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ท่านสามารถป้อนข้อมูลด้านการจัดการต่าง ๆ ได้โดยง่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
ท่านสามารถเลือกดูรายงานต่าง ๆ ได้ง่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
ภาพรวมของระบบมีความสะดวก และง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.22	0.39	มากที่สุด

3. ด้านความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.47) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้พึงพอใจต่อรูปแบบต่าง ๆ ของระบบ ทั้งด้าน

สี สัน การจัดวางปุ่มหรือข้อความต่าง ๆ ขนาดตัวอักษร และรูปแบบของระบบมีความสวยงาม สะอาดตา ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS ด้านความพึงพอใจ

ด้านความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
สีล้นของระบบมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มากที่สุด
ขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม	3.67	0.58	มาก
การจัดวางปุ่มหรือข้อความต่าง ๆ มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
รูปแบบของระบบมีความสวยงามน่าใช้	3.67	0.58	มาก
รูปแบบของระบบดูสะอาดตา	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.07	0.47	มาก

4. ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งานโดยรวม ถูกต้อง ทั้งด้านผลลัพธ์จากการกรอกข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) รายงานที่ได้จากระบบ และผู้ใช้คิดว่าระบบ แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่าง สามารถใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งาน

ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งาน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ระบบสามารถแสดงผลลัพธ์ของข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วนตามที่ท่านกรอกข้อมูล	4.33	0.58	มากที่สุด
ระบบสามารถแสดงรายงานได้ถูกต้องตามข้อมูลที่ท่านกรอกข้อมูล	4.33	0.58	มากที่สุด
ท่านสามารถนำระบบไปใช้ได้จริงในการปฏิบัติงาน	4.33	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.33	0.58	มากที่สุด

5. ด้านความสามารถในการเรียนรู้ โดยรวม อย่างรวดเร็ว และเข้าใจรูปแบบการทำงานโดย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.29) แสดง รวมของระบบเป็นอย่างดี ให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถเรียนรู้ระบบการทำงานได้

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ SW-DBMS ด้านความสามารถในการเรียนรู้

ด้านความสามารถในการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ท่านสามารถเข้าใจรูปแบบการทำงานของระบบโดยรวมได้ดี	4.00	0.00	มาก
ท่านสามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานได้อย่างรวดเร็ว	4.33	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.17	0.29	มาก

3.4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM

1. ด้านประสิทธิผล โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.00) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถทำงานได้บรรลุผลสำเร็จของงานตาม

ที่วางไว้ โดยจำนวนขั้นตอนการทำงานมีจำนวนที่เหมาะสม และลำดับขั้นตอนการทำงานมีการเรียงลำดับอย่างถูกต้อง ไม่ซับซ้อน ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM ด้านประสิทธิผล

ด้านประสิทธิผล	\bar{X}	S.D.	ระดับ
จำนวนขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้นเหมาะสมทำให้ง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
ลำดับขั้นตอนการทำงานมีความสอดคล้องกันซึ่งมีความง่ายในการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.00	0.00	มาก

2. ด้านประสิทธิภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.39) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างคุ้มค่าและสมบูรณ์ ทั้งการป้อนข้อมูลแผนที่ ข้อมูลเกณฑ์ได้โดยง่าย โดยหน้าจอสําหรับ

ป้อนข้อมูลมีการจัดวางอย่างเป็นระเบียบ และเรียงลำดับตามรูปแบบของโมเดล ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน และภาพรวมของระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM ด้านประสิทธิภาพ

ด้านประสิทธิภาพ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ท่านสามารถป้อนข้อมูลแผนที่ต่าง ๆ ได้โดยง่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
ท่านสามารถป้อนค่าเกณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยง่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
ภาพรวมของระบบมีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.22	0.39	มากที่สุด

3. ด้านความพึงพอใจ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.29) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานพึงพอใจต่อรูปแบบของระบบทั้งด้านความ

สวยงามและความสะอาดตาของระบบดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM ด้านความพึงพอใจ

ด้านความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
รูปแบบของระบบมีความสวยงามน่าใช้	4.33	0.58	มากที่สุด
รูปแบบของระบบดูสะอาดตา	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.17	0.29	มาก

4. ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งาน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.29) แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ทั้งด้านผลลัพธ์พื้นที่สำหรับการจัดการขยะ

มูลฝอยที่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่จริงกลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการขยะมูลฝอยจริง และผู้ใช้คิดว่าระบบสามารถใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งาน

ด้านความเชื่อถือได้ในการใช้งาน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
พื้นที่สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยที่ได้จากระบบมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มากที่สุด
ท่านสามารถนำระบบไปใช้ได้จริงในการปฏิบัติงาน	4.00	0.00	มาก
โดยรวม	4.16	0.29	มาก

5. ด้านความสามารถในการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถเรียนรู้ระบบการทำงานได้อย่างรวดเร็ว และเข้าใจรูปแบบการ

ทำงานโดยรวมของระบบเป็นอย่างดี เพราะระบบมีการจัดวางรูปแบบไว้เป็นระเบียบ มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และใช้คำที่สื่อความหมาย ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ GIS-SWM ด้านความสามารถในการเรียนรู้

ด้านความสามารถในการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ท่านสามารถเข้าใจรูปแบบการทำงานของระบบโดยรวมได้ดี	4.33	0.58	มากที่สุด
ท่านสามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานได้อย่างรวดเร็ว	4.33	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.33	0.58	มากที่สุด

4. สรุป

4.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาและพัฒนาเกณฑ์การเลือกพื้นที่สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผลที่ได้จากการพัฒนาเกณฑ์ ได้เกณฑ์ที่ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่

ด้านธรณีวิทยา ได้แก่ ประเภทของดินจำนวน 5 ข้อ ระดับความสูงของพื้นที่จำนวน 5 ข้อ ระยะห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติจำนวน 5 ข้อ

ด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินจำนวน 5 ข้อ ราคาที่ดินจำนวน 5 ข้อ

ด้านสังคม ได้แก่ ระยะห่างจากแนวเขตโบราณสถานจำนวน 11 ข้อ ระยะห่างจากชุมชนหลักจำนวน 5 ข้อ ระยะห่างจากถนนสายหลักจำนวน 5 ข้อ

ด้านการคมนาคม ได้แก่ การคมนาคมจำนวน 11 ข้อ

ด้านความหนาแน่น ได้แก่ ความเหมาะสมในการรองรับปริมาณที่เพิ่มขึ้นในอนาคตจำนวน

- 3 ข้อ ความเหมาะสมกับจำนวนโรงงานจำนวน
3 ข้อ ความเหมาะสมกับจำนวนประชากรจำนวน
3 ข้อ

เกณฑ์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญจะถูกนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ GIS-SWM โดยจะคัดเลือกปัจจัยย่อยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดของแต่ละปัจจัยมาใช้เป็นเกณฑ์สำหรับพัฒนาระบบ แต่ในกรณีที่ปัจจัยย่อยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่สามารถใช้หาพื้นที่ที่เหมาะสมได้ ผู้วิจัยจะนำค่าปัจจัยย่อยที่มีค่าเฉลี่ยถัดไปมาใช้แทนในปัจจัยนั้น

ในการพัฒนาระบบ ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ระบบ SW-DBMS 2) ระบบ GIS-SWM

ระบบ SW-DBMS พัฒนาระบบผ่านทางเว็บไซต์ โดยใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา และใช้ MySQL ในการสร้างฐานข้อมูล ระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอย โดยผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ คือ ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอย

ระบบ GIS-SWM พัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม ArcGIS และใช้ข้อมูลจากการพัฒนาเกณฑ์การเลือกพื้นที่สำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และผลลัพธ์ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยที่ได้จากระบบ SW-DBMS มาใช้ในการวิเคราะห์ระบบ โดยผลลัพธ์จากระบบ คือ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการขยะมูลฝอยในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

หลังจากพัฒนาระบบเสร็จสิ้นผู้วิจัยได้นำระบบไปทดสอบความสามารถในการใช้งานได้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 3 แห่ง ผลการศึกษา

ความสามารถในการใช้งานได้ พบว่า สำหรับระบบ SW-DBMS สิ่งที่เป็นจุดแข็งของระบบ คือ ความมีประสิทธิภาพ ความมีประสิทธิผล และความเชื่อถือได้ในการใช้งาน แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานเชื่อถือการทำงานของระบบว่าสามารถนำไปใช้ได้จริงในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง และบรรลุผลสำเร็จของงานได้ตรงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ สิ่งที่เป็นจุดอ่อนของระบบ คือ ด้านความพึงพอใจ ผู้ใช้งานเห็นว่าขนาดของตัวอักษรเล็กเกินไป และระบบควรปรับปรุงด้านความสวยงาม สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการคัดเลือกพื้นที่ในการจัดการขยะมูลฝอยสิ่งที่เป็นจุดแข็งของระบบ คือ ความมีประสิทธิภาพ และความสามารถในการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และเรียนรู้ระบบได้ดี ส่วนที่เป็นจุดอ่อนของระบบ คือ ด้านความมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานเห็นว่าจำนวนขั้นตอนการทำงานยังมีมากเกินไป และลำดับการทำงานยังขาดความสอดคล้องกัน

4.2 ข้อเสนอแนะในการกำวิจัยครั้งต่อไป

การพัฒนาระบบ SW-DBMS เพื่อให้ระบบมีการทำงานที่ครอบคลุมยิ่งขึ้นควรศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับใช้ในการพัฒนาระบบ เช่น ข้อมูลคำร้องให้จัดการทางด้านสุขาภิบาล และการดำเนินการตามคำร้องดังกล่าว ข้อมูลค่าธรรมเนียมในการจัดเก็บขยะมูลฝอย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากคณาจารย์และบุคลากรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และผู้เชี่ยวชาญ

ด้านสิ่งแวดล้อมและเจ้าหน้าที่จาก อบต. ทั้ง 3 แห่ง ที่ช่วยให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ยิ่ง รวมไปถึงการได้รับอนุเคราะห์เงินทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2548. **แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (โครงการแผนแม่บทระบบข้อมูลสารสนเทศขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น).**
- สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. 2496. **พระราชบัญญัติเทศบาล พ.ศ. 2496.** มาตรา 50.
- สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. 2537. **พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537.** มาตรา 67.
- สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. 2542. **พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542.** มาตรา 17.
- สำนักงานคณะกรรมการมาตรฐานการบริหารงานบุคคลส่วนท้องถิ่น. 2551. **จำนวนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.local.moi.go.th/>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. **สาระสำคัญของนโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2540-2549** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.onep.go.th/policy/policy1.asp>
- Folmer, E. and Bosch, J., 2004. **Architecting for usability: a survey.** The Journal of Systems and Software. 2004(70): 61-78.
- Gorr, W.L. and Kurland, K.S., 2007. **Learning and Using Geographic Information Systems: ArcGIS Edition.** Boston: Thomson Course Technology.
- Lash, D.A. 2003. **The Web Wizard's Guide to PHP.** New York: Addison-Wesley.
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R.B. and Padda, H.K., 2006. **Usability measurement and metrics: A consolidated model.** Software Qual. 2006(14): 159-178.