



การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

กรณีศึกษา : เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย

รณกฤต แจ่มสุวรรณ

งานค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2551

Application of Software Engineering Principles for Web Application Development

A Case Study : Waste Water Treatment Web Application

Ronnakit Changsuwan

**An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science (Computer and Communication Technology)**

Department of Computer and Communication Technology

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2008

เลขทะเบียน.....	0205129.....
วันลงทะเบียน.....	1.0.ย. 2552...
เลขเรียกหนังสือ.....	006.76
	ว 182 11
	[2551]
	QR



ใบรับรองงานค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้องานค้นคว้าอิสระ

การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บ
แอปพลิเคชัน กรณีศึกษา: เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย

เสนอโดย

รณกฤต แจ่มสุวรรณ


สาขาวิชา

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร

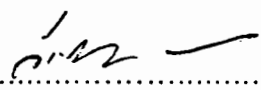
อาจารย์ที่ปรึกษางานค้นคว้าอิสระ

ผศ. ดร. ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์

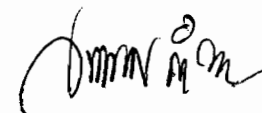
ได้พิจารณาเห็นชอบ โดยคณะกรรมการสอบงานค้นคว้าอิสระแล้ว


..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.ประสงค์ ปราณีตพลกรัง)


..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษางานค้นคว้าอิสระ
(ผศ.ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์)


..... กรรมการ
(น.อ.ดร.วีระชัย เชาว์กำเนิด)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผศ.ดร.สมศักดิ์ คำริชอบ)

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

หัวข้องานค้นคว้าอิสระ	การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
ชื่อผู้เขียน	รณกฤต แจ่มสุวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากองค์กรต่างๆ มีการใช้อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสาร หลายหน่วยงานได้นำเว็บแอปพลิเคชันมาใช้เพิ่มมากขึ้น โดยการนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สามารถช่วยให้กระบวนการในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันมีคุณภาพและประสิทธิภาพ เนื่องจากการนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ ได้นำหลักการที่สำคัญต่างๆ มาใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การจัดการโครงการ การจัดการความต้องการและอื่นๆ

สำหรับกรณีศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการนำเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสีย ทำให้ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาหาความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างสะดวกรวดเร็วและสามารถเข้าใช้งานได้ตลอดเวลา โดยการนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถนำเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสีย ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ซึ่งการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้นำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาดังแต่ การศึกษาข้อมูล การวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชัน การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน และการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน การจัดทำเว็บแอปพลิเคชันใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX 2004 ใช้ภาษา HTML และภาษา PHP ในการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

Independent Study Title Application of Software Engineering Principles for Web
Application Development
A Case Study : Waste Water Treatment Web Application

Author Ronnakit Chaengsuwan

Independent Study Advisor Assistant Professor Dr.Pranot Boonchai-Apisit

Department Computer and Communication Technology

Academic Year 2008

ABSTRACT

At present, The Internet has been developed very fast, organizations use Internet for their communication. Many organizations bringing the web application to use so increase. By bringing the software engineering and main principles to use develop the web application. For example, organization management, requirement management and others.

The web application development case study is proposed about the waste water treatment for people who interested in the waste water treatment knowledge on The Internet so convenience, so fast and access all time. By bringing the software engineering principles to apply for developing the web application. The Waste Water Treatment web application provides knowledge about water resources, problem of water resources, waste water treatment system, conserve water and calculate the wastewater quality standard content.

The development uses the software engineering principles for data study, planning, web application project management, web application analysis, web application design and web application test. We Macromedia Dreamweaver MX 2004 program, HTML language and PHP language for connect to MySQL database in this development various sites, suchs, living buildings and factory buildings with difference sizes. The calculated results show waste water value which users want to test whether it will pass standard values or not.

กิตติกรรมประกาศ

งานค้นคว้าอิสระเรื่อง การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา : เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีได้นั้น ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ บุญไชยอภิสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานค้นคว้าอิสระ ที่ได้ แนะนำ ดูแล และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ในการทำงานค้นคว้าอิสระฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดามารดาและพี่น้อง ที่ช่วยให้ความสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่า งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์กับนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตทุกสาขา โดยเฉพาะสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ หรือผู้ที่สนใจทั่วไปบ้างไม่มากก็น้อย หากงานค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

รณกฤต แจ่มสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การบำบัดน้ำเสีย.....	3
2.1.1 น้ำเสีย.....	3
2.1.2 ลักษณะน้ำเสีย.....	3
2.1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ.....	5
2.1.4 การบำบัดน้ำเสีย.....	12
2.2 วิศวกรรมซอฟต์แวร์.....	15
2.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ.....	17
2.3.1 ภาพรวมการวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....	17
2.3.2 ยูเอ็มแอล.....	20
2.4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน.....	26
2.4.1 การบริหารโครงการผลิตซอฟต์แวร์.....	26
2.4.2 การเริ่มต้นโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน.....	27
2.4.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน.....	29
2.4.4 การทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน.....	33
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	38
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	38
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
3.2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาใช้.....	38
3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้.....	49
3.3 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	49
3.4 สรุป.....	40
4. ผลการวิเคราะห์และการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน.....	41
4.1 การศึกษาข้อมูล.....	41
4.2 การวางแผน โครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน.....	44
4.3 การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชัน.....	45
4.3.1 การกำหนดความต้องการ.....	45
4.3.2 การวิเคราะห์ความต้องการ.....	45
4.4 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน.....	51
4.4.1 การออกแบบอินเตอร์เฟซ.....	51
4.4.2 การออกแบบกราฟฟิก.....	54
4.4.3 การออกแบบเนื้อหา.....	56
4.4.4 การออกแบบสถาปัตยกรรม.....	57
4.4.5 การออกแบบการเชื่อมโยง.....	59
4.4.6 การออกแบบคอมโพเนนต์.....	60
5. ผลการจัดทำและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน.....	63
5.1 การออกแบบกรณีทดสอบและแผนการทดสอบ.....	63
5.2 การทดสอบเนื้อหา.....	66
5.3 การทดสอบอินเตอร์เฟซ.....	66
5.4 การทดสอบเมนูการเชื่อมโยง.....	69
5.5 การทดสอบคอมโพเนนต์.....	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6. สรุปผลการวิจัย.....	74
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	74
6.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	75
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	81
แบบประเมินการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย.....	82
ประวัติผู้เขียน.....	85

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....	5
2.2 การแบ่งประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม.....	7
2.3 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร.....	9
2.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม.....	11
3.1 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....	39
4.1 แสดงระยะเวลาดำเนินการ โครงการ.....	44
4.2 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร.....	60
4.3 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....	61
4.4 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....	62
5.1 การออกแบบกรณีทดสอบ.....	63
5.2 แสดงคำอธิบายภายในกรณีทดสอบ.....	64
5.3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ การทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวตั้ง.....	64
5.4 แสดงผลการทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวนอน.....	70
5.5 แสดงผลการทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวตั้ง.....	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ.....	18
2.2 ตัวอย่างการเขียนยูสเคส	22
2.3 ตัวอย่างการเขียนแอ็กเตอร์.....	22
2.4 ตัวอย่างการเขียนสัมพันธ์แบบขยาย.....	23
2.5 ตัวอย่างการเขียนความสัมพันธ์แบบรวม.....	23
2.6 ตัวอย่างการเขียนซีเควนซ์ไดอะแกรม.....	24
4.1 แบบจำลองยูสเคสไดอะแกรมแสดงเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน.....	46
4.2 แบบจำลองซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงการโต้ตอบ ระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งาน.....	48
4.3 แบบจำลองซีเควนซ์ไดอะแกรมแสดงการทำงานของ เว็บแอปพลิเคชันแบบ Server Side.....	50
4.4 การออกแบบอินเตอร์เฟซ แสดงเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน.....	52
4.5 การออกแบบอินเตอร์เฟซอินพุต โดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ในการออกแบบ.....	53
4.6 ผู้ใช้งานเลื่อนเมาส์มาวางเหนือ ไอคอน แสดงเมนูย่อย เป็นป๊อปอัพเมนู (Pop Up Menu)	55
4.7 ผู้ใช้งานมีการระบุค่าที่เป็นตัวอักษร แสดงป๊อปอัพเมสเสจ (Pop Up Message).....	56
4.8 แสดงสถาปัตยกรรมเนื้อหาแบบลำดับชั้น.....	58
4.9 แสดงสถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันตามหลัก MVC.....	59
5.1 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ระบุข้อมูลผิดประเภท.....	66
5.2 แสดงการลิงก์จากเมนู ไปยังเพจที่ต้องการ.....	67
5.3 แสดงเพจ “มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ” ที่ผู้ใช้งานลิงก์มาจากเมนู.....	68
5.4 แสดงการทดสอบภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอ็นท์.....	69
5.5 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวนอน.....	70
5.6 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวตั้ง.....	71
5.7 แสดงผลของการทดสอบการตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าน้ำทิ้ง.....	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการใช้อินเทอร์เน็ตอย่างแพร่หลาย หลายองค์กรได้มีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อใช้ในการดำเนินงานขององค์กร เช่น การติดต่อสื่อสารภายในและภายนอกองค์กร การให้ข้อมูลความรู้ ตลอดจนการทำธุรกรรมออนไลน์และการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า เว็บแอปพลิเคชันทำให้การใช้ข้อมูลขององค์กรให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถลดปริมาณเอกสาร ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล เพิ่มความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล อย่างไรก็ตามการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่มีคุณภาพเป็นงานที่ทำทลายความสามารถของผู้พัฒนา

การขาดระเบียบวิธีปฏิบัติในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันทำให้ได้เว็บแอปพลิเคชันที่มีคุณภาพไม่ตรงต่อความต้องการของผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความไม่มั่นใจในเว็บแอปพลิเคชันเป็นส่วนทำให้เว็บแอปพลิเคชันนั้นไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเว็บแอปพลิเคชันนั้นอาจต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจนเป็นสาเหตุให้งบประมาณและระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันไม่เป็นที่คาดหมายไว้ เป็นสาเหตุให้เว็บแอปพลิเคชันนั้นไม่ประสบความสำเร็จได้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นควรนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยให้กระบวนการในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สำคัญในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ได้แก่ การวางแผน การศึกษาเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน การศึกษาความเป็นไปได้ การบริหารโครงการ การออกแบบอินเตอร์เฟซ การออกแบบเนื้อหา การออกแบบการเชื่อมโยง การออกแบบสถาปัตยกรรม การทดสอบตรวจสอบข้อผิดพลาด เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ต่อการตัดสินใจ สามารถตรวจสอบได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ มีการวางแผนที่เหมาะสมเพียงพอและเกิดประโยชน์ สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้ผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย มีดังต่อไปนี้

- 1.2.1 เพื่อประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับการนำเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสีย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย มีดังต่อไปนี้

- 1.3.1 เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเป็นการนำเสนอเรื่องการบำบัดน้ำเสีย
- 1.3.2 เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อสามารถตรวจสอบน้ำเสียที่ต้องการระบายน้ำทิ้ง โดยเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง
- 1.3.3 เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ
- 1.3.4 เว็บแอปพลิเคชันพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX 2004 ใช้ภาษา HTML และภาษา PHP โดยใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ มีดังต่อไปนี้

- 1.4.1 สามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
- 1.4.2 ผู้ใช้งานสามารถศึกษาข้อมูลการบำบัดน้ำเสียและค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง จากเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ เพื่อใช้ประโยชน์ได้เหมาะสม
- 1.4.3 เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบสามารถระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อตรวจสอบน้ำเสียที่ต้องการระบายน้ำทิ้งเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง
- 1.4.4 สามารถนำเว็บแอปพลิเคชันต้นแบบ ทำการพัฒนาต่อได้และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันอื่นๆ ได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบำบัดน้ำเสีย

2.1.1 น้ำเสีย

ข้อความจาก <http://www.pcd.go.th> (2547) กล่าวว่า น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่าง ๆ มากมาย จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่ารังเกียจของคนทั่วไป ไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำของธรรมชาติเสียหายได้

ข้อความจาก <http://mekhala.dwr.go.th> (2549) กล่าวว่า น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลวรวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

2.1.2 ลักษณะน้ำเสีย

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่า ลักษณะน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ ทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีวภาพ

1. ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

1.1 ของแข็ง สารทุกอย่างในของเหลวยกเว้นน้ำ

1.2 กลิ่น ส่วนมากจะเกิดจากก๊าซที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่เป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

1.3 อุณหภูมิ น้ำเสียที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้สภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำนั้นๆ เปลี่ยนแปลง เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายจะลดลงกว่าปกติ ปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ในน้ำจะสูงขึ้นทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในน้ำสูงขึ้นด้วย

1.4 สี ปัญหาเรื่องของสีในน้ำเสีย สีของน้ำในแหล่งน้ำมีผลเสียนอกจากจะทำให้แหล่งน้ำไม่น่าดู แล้วยังกั้นขวางแสงแดดไม่ให้ลงมาได้น้ำ ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง

1.5 ความขุ่น สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำที่กั้น หรือขวางแสงแดด น้ำที่มีความขุ่นสูงจะทำให้ยากต่อการกรองน้ำในกระบวนการผลิตน้ำประปาและต้องใช้ปริมาณคลอรีนมากกว่าปกติในกระบวนการฆ่าเชื้อโรค

2. ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

2.1 สารอินทรีย์ ส่วนประกอบที่สำคัญของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากชุมชน คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและน้ำมัน นอกจากนี้ น้ำเสียจากชุมชนอาจมีปริมาณของ ผงซักฟอก สารประกอบฟีนอลและยาฆ่าแมลงต่างๆ ซึ่งย่อยสลายได้ยากปนเปื้อนอยู่บ้าง สารเหล่านี้มักพบในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณสารอินทรีย์สามารถประมาณได้จากค่า ปริมาณของแข็งระเหยง่าย แต่ผลที่ได้อาจมีค่าไม่ละเอียดนัก ดังนั้นการวัดปริมาณสารอินทรีย์ในปัจจุบันจึงนิยมวัดในรูปของค่าบีโอดี ซีโอดี หรือทีโอดี

2.2 สารอนินทรีย์ สารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียต่างๆ ไป ได้แก่ ความเป็นกรดค้าง คลอไรด์ ความเป็นด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โลหะหนัก สารอนินทรีย์บางชนิดมีส่วน ช่วยให้เกิดกระบวนการบำบัดน้ำเสียเป็นไปได้ด้วยดี ในขณะที่สารอนินทรีย์บางชนิดอาจเป็นอันตราย ต่อสิ่งมีชีวิต

3. ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ

3.1 แบคทีเรีย คือ จุลินทรีย์ที่เป็นเซลล์เดี่ยว มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีผนังหุ้มเซลล์ 2 ชั้น ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ส่วนใหญ่ไม่มีคลอโรพิลล์ พบอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ร่างกายของคนและสัตว์มีรูปร่างได้หลายแบบ เช่น รูปแท่ง รูปทรงกลม รูปคดเป็นวง การดำรงชีพของแบคทีเรียต้องใช้พลังงานและสารประกอบต่างๆ ทั้งในรูปของสารอินทรีย์ และ สารอนินทรีย์ ธาตุที่สำคัญในสารประกอบคือ คาร์บอน

3.2 รา เป็นจุลินทรีย์ที่มีหลายเซลล์ ไม่มีคลอโรพิลล์ ลักษณะทั่วไปมักเป็นเส้นใย ยาวๆ และมีนิวเคลียสหลายอัน ราสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรียในสภาวะที่ความเป็นกรด ค้างต่ำ หรือมีปริมาณไนโตรเจนน้อย สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์พวกคาร์โบไฮเดรตได้ดีและยังสามารถย่อยสารที่มีโครงสร้างซับซ้อนได้ดีกว่าแบคทีเรีย ราสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ รมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียบางระบบ เช่น ระบบโปรยกรอง

3.3 สาหร่าย เป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์เดี่ยว มีนิวเคลียสเห็นได้ชัด มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีคลอโรพิลล์และมีรงควัตถุซึ่งอาจใช้จำแนกชนิดได้ พบอยู่ตามบริเวณที่มีความชื้นสูง น้ำนิ่ง น้ำจืด และน้ำเค็ม

3.4 โปรโตซัว เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่เซลล์เดี่ยว มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย บางชนิดอยู่เป็นกลุ่มเซลล์มักมีรูปร่างคงที่ มีนิวเคลียสเห็นได้ชัดเจน บทบาทของโปรโตซัวในระบบบำบัดน้ำเสียนั้นไม่ค่อยเด่นชัด ส่วนมากจะกินแบคทีเรียทั้งที่มีชีวิตและตายแล้ว

3.5 ไวรัส เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สุด ไม่มีลักษณะเป็นเซลล์ ดำรงชีวิตแบบปรสิต สามารถทำให้เกิดโรคแก่ คน สัตว์และพืช

2.1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ

ข้อความจาก <http://mekhala.dwr.go.th> (2549) กล่าวว่า แหล่งกำเนิดมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน ได้แก่ แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และแหล่งที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน ได้แก่ การเกษตร เป็นต้น

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่า

1. น้ำเสียชุมชน น้ำเสียจากชุมชนที่พักอาศัยและย่านพาณิชยกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิตประจำวันของประชากร แหล่งกำเนิดน้ำเสียจากแหล่งชุมชนสามารถแบ่งออกเป็น น้ำเสียจากที่อยู่อาศัย อาคารชุด บ้านจัดสรร หอพัก สถานประกอบการต่างๆ และน้ำทิ้งย่านพาณิชยกรรม ได้แก่ โรงแรม โรงพยาบาล ตลาดสด ศูนย์การค้า ร้านอาหาร นอกจากนี้ยังรวมถึงสถาบันและหน่วยงานราชการต่างๆ ได้แก่ สถาบันการศึกษา อาคารที่ทำการราชการหรือรัฐวิสาหกิจ ลักษณะน้ำเสียจากชุมชนจะมีค่าความเป็นกรดค่าเป็นกลาง มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่เป็นของแข็งแขวนลอยและของแข็งละลายน้ำโดยมีสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบหลัก อาจมีเชื้อโรคปะปนอยู่

โดยค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
1. ค่าความเป็นกรดค่า	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9
2. บีโอดี	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200
3. ปริมาณของแข็ง						
3.1 ค่าสารแขวนลอย	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60
3.2 ค่าตะกอนหนัก	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง				
		ก	ข	ค	ง	จ
3.3 ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด	มก./ล.	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500	-
4. ค่าซัลไฟด์	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-
5. ไนโตรเจน ในรูป ที เค เอ็น	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-
6. น้ำมันและไขมัน	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100

- หมายเหตุ: 1. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาดลงวันที่ 10 มกราคม 2537 ยกเลิก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรฯ¹
2. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมและ ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2538) เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อมลงวันที่ 10 มกราคม 2537 ยกเลิก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรฯ²

ที่มา: ¹ ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

² ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122

ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

โดยการแบ่งประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแบ่งประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100 - ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้อง	60 - ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50 - ไม่ถึง 250 ห้อง	10 - ไม่ถึง 50 ห้อง	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ม. ²	1,000 - ไม่ถึง 5,000 ม. ²	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 - ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25,000 ม. ²	5,000 - ไม่เกินกว่า 25,000 ม. ²	-	-	-

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศ หรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 ม. ²	10,000 - ไม่ ถึง 55,000 ม. ²	5,000 - ไม่ถึง 10,000 ม. ²	-	-
8. อาคารของศูนย์การค้า หรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 ม. ²	5,000 - ไม่ ถึง 25,000 ม. ²	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2,500 ม. ²	1,500 - ไม่ ถึง 2,500 ม. ²	1,000 - ไม่ถึง 1,500 ม. ²	500 - ไม่ ถึง 1,000 ม. ²	-
10. กิจการและ ร้านอาหาร	เกินกว่าหรือ เท่ากับ 2,500 ม. ²	500 - ไม่ถึง 2,500 ม. ²	250 - ไม่ ถึง 500 ม. ²	100 - ไม่ ถึง 250 ม. ²	ไม่ถึง 100 ม. ²

ที่มา: ประกาศประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคาร เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อมตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนพิเศษ 9ง ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2537

โดยค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง	
		ที่ดินจัดสรรเกิน 100 แปลง แต่ไม่เกิน 500 แปลง	ที่ดินจัดสรรเกินกว่า 500 แปลงขึ้นไป
1. ค่าความเป็นกรดด่าง	-	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
2. บีโอดี	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 20
3. ปริมาณของแข็ง			
3.1 ปริมาณสารแขวนลอย	มก./ล.	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 30
3.2 ปริมาณตะกอนหนัก	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5
3.3 สารที่ละลายได้ทั้งหมด	มก./ล.	ไม่เกิน 500	ไม่เกิน 500
4. ชัลไฟด์	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0
5. ไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35
6. น้ำมัน และไขมัน	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20

หมายเหตุ: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2539) เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร และประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2539) เรื่องกำหนดให้ที่ดินจัดสรรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 113 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 27 มีนาคม 2539 ยกเลิก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรฯ¹

ที่มา: ¹ ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรรลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125 ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

2. น้ำเสียเกษตรกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากการเพาะปลูกจะมี ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง ส่วนน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

3. น้ำเสียอุตสาหกรรม ข้อความจาก <http://mekhala.dwr.go.th> (2549) กล่าวว่า น้ำเสียจากอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงการทำความสะอาดโรงงาน รวมทั้งน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัดหรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม องค์ประกอบของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำทิ้งประเภทและขนาดของโรงงาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2548) กล่าวว่า นิคมอุตสาหกรรม หมายความว่า นิคมอุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยนิคมอุตสาหกรรม หรือ โครงการที่จัดไว้สำหรับการประกอบอุตสาหกรรมที่มีการจัดการระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมร่วมกัน

น้ำทิ้ง หมายความว่า น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม หรือ นิคมอุตสาหกรรมที่ จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อมและให้หมาย ความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม หรือใน นิคมอุตสาหกรรมด้วย โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ตาม ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนด มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภท โรงงานอุตสาหกรรมและนิคม อุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำเสีย หมายความว่า กระบวนการทำ หรือปรับปรุงน้ำเสียเพื่อให้เป็นไปตาม มาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิด ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม แต่ทั้งนี้ห้ามมิให้ใช้วิธีการทำให้เจือจาง (Dilution)

โดยค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมและนิคม อุตสาหกรรม ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง	5.5 - 9.0
2. ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด	ไม่เกิน 3,000 มก/ล.
3. สารแขวนลอย	ไม่เกิน 50 มก/ล.
4. อุณหภูมิ	ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส
5. สี หรือกลิ่น	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ
6. ชัลไฟด์	ไม่เกิน 1.0 มก/ล.
7. ไซยาไนด์	ไม่เกิน 0.2 มก/ล.
8. น้ำมันและไขมัน	ไม่เกิน 5.0 มก/ล.
9. ฟอรัมาลดีไฮด์	ไม่เกิน 1.0 มก/ล.
10. สารประกอบฟีนอล	ไม่เกิน 1.0 มก/ล.
11. คลอรีนอิสระ	ไม่เกิน 1.0 มก/ล.
12. สารที่ใช้ป้องกัน หรือกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์	ต้องตรวจไม่พบ
13. ค่าบีโอดี	ไม่เกิน 20 มก/ล.
14. ไนโตรเจนในรูป ที เค เอ็น	ไม่เกิน 100 มก/ล.
15. ค่าซีโอดี	ไม่เกิน 120 มก/ล.
16. โลหะหนัก	
16.1 สังกะสี	ไม่เกิน 5.0 มก/ล.
16.2 โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์	ไม่เกิน 0.25 มก/ล.
16.3 โครเมียมชนิดไตรวาเลนต์	ไม่เกิน 0.75 มก/ล.
16.4 ทองแดง	ไม่เกิน 2.0 มก/ล.
16.5 แคดเมียม	ไม่เกิน 0.03 มก./ล
16.6 แบเรียม	ไม่เกิน 1.0 มก./ล
16.7 ตะกั่ว	ไม่เกิน 0.2 มก/ล.
16.8 นิกเกิล	ไม่เกิน 1.0 มก/ล.
16.9 แมงกานีส	ไม่เกิน 5.0 มก/ล.
16.10 อาร์เซนิก	ไม่เกิน 0.25 มก/ล.

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน
16.11 เซเลเนียม	ไม่เกิน 0.02 มก/ล.
16.12 พรอท	ไม่เกิน 0.005 มก/ล.

ที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรมลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13 ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

2.1.4 การบำบัดน้ำเสีย

ความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงบำบัดน้ำเสียเป็นสถานที่รวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือน แหล่งพาณิชยกรรม อุตสาหกรรมและสถาบัน เข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบต่างๆ เพื่อกำจัดมลสารที่อยู่ในน้ำเสีย ให้มีคุณภาพดีขึ้นและไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือบางส่วนยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรมและอื่นๆ

แม้ว่าน้ำจะเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีการใช้ซ้ำหลายครั้งวนเวียนเป็นวัฏจักรและมีกระบวนการทำให้สะอาดโดยตัวมันเอง แต่กระบวนการนี้ก็มีขีดความสามารถจำกัดในแต่ละแหล่งน้ำ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยลดภาระของแหล่งน้ำในการทำความสะอาดตัวเองตาม ธรรมชาติและช่วยป้องกันมิให้สารมลพิษปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาและขนาดของที่ดินที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

1. การบำบัดน้ำเสียสามารถแบ่งได้ตามกลไกที่ใช้ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย ได้ดังนี้

1.1 การบำบัดทางกายภาพ เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระจก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงคัดขยะ ถังคัดกรวดทราย ถังคัดไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

1.2 การบำบัดทางเคมี เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าความเป็นกรดค่าสูงหรือค่าเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไปและมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

1.3 การบำบัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบแอกทิเวตเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) และระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น

2. การบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1 ข้อความจาก <http://www.school.net.th> (2549) กล่าวว่า การบำบัดขั้นต้น เป็นการกำจัดของแข็งขนาดใหญ่ออกเสียก่อนที่น้ำเสียจะถูกปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อป้องกันการอุดตันท่อน้ำเสียและเพื่อไม่ทำความเสียหายให้แก่เครื่องสูบน้ำ น้ำเสียขั้นต้นสามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 - 40 การบำบัดในขั้นต้นนี้ได้แก่

2.1.1 การคัดด้วยตะแกรง เป็นการกำจัดของแข็งขนาดใหญ่โดยใช้ตะแกรงตะแกรงที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 ประเภทคือ ตะแกรงหยาบและตะแกรงละเอียด

2.1.2 การบดคัตเป็นการลดขนาดหรือปริมาตรของแข็งให้เล็กลง ถ้าสิ่งสกปรกที่ลอยมากับน้ำเสียเป็นสิ่งที่เน่าเปื่อยได้ต้องใช้เครื่องบดคัตให้ละเอียด ก่อนแยกออกด้วยการตกตะกอน

2.1.3 การดักกรวดทราย เป็นการกำจัดพวกกรวดทรายทำให้ตกตะกอนในรางดักกรวดทราย โดยการลดความเร็วน้ำลง

2.1.4 การกำจัดไขมันและน้ำมัน เป็นการกำจัดไขมันและน้ำมันซึ่งมักอยู่ในน้ำเสียที่มาจากครัว โรงอาหาร ห้องน้ำ ปิมน้ำมันและโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิดโดยการกักน้ำเสียไว้ในบ่อดักไขมันในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อให้ไขมันและไขมันลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำแล้วใช้เครื่องดักหรือกวาดออกจากบ่อ

2.2 ข้อความจาก <http://www.school.net.th> (2549) กล่าวว่า การบำบัดขั้นที่สองเป็นการกำจัดน้ำเสียที่เป็นพวกสารอินทรีย์อยู่ในรูปสารละลาย หรืออนุภาคคอลลอยด์ โดยทั่วไปมักจะเรียกการบำบัดขั้นที่สองนี้ว่า การบำบัดทางชีวภาพ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย หรือทำลายความสกปรกในน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันอย่างน้อยจะต้องบำบัดถึงขั้นที่สองนี้ เพื่อให้น้ำเสียที่ผ่าน การบำบัดแล้วมีคุณภาพมาตรฐานน้ำทิ้งที่ทางราชการกำหนดไว้ การบำบัดน้ำเสียด้วยขบวนการทางชีววิทยาแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.2.1 ขบวนการที่ใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบ่อเติมอากาศ ระบบแคดิเวตเตด สลัดจ์ ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ฯลฯ

2.2.2 ขบวนการที่ไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ระบบถังกรองไร้อากาศ ระบบถังหมักตะกอน ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ที่ทำหน้าที่ย่อยสลาย

จากนั้นแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้ง โดยใช้ถังตกตะกอน ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

2.3 การบำบัดขั้นสูง เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) สี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากและอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสีและแก้ไขปัญหาคืออื่นๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองไม่สามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

2.3.1 การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมี และแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ

2.3.2 การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและแบบใช้กระบวนการทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียในโตรเจนให้เป็น ไนเตรด ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการไนตริฟิเคชัน” และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเตรดให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า “กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน”

2.3.3 การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนโดยกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อกับกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

2.3.4 การกรอง ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพอันได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

2.3.5 การดูดซับ ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดซับบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่น หรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน

2.2 วิศวกรรมซอฟต์แวร์

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เป็นการนำหลักทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกของกระบวนการจนถึงขั้นตอนการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การผลิตซอฟต์แวร์ให้มีคุณภาพสูงสุด ประกอบด้วยปัจจัยคุณภาพหลายประการ เช่น เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้ง่าย ใช้ต้นทุนต่ำ ใช้เวลาในการผลิตน้อยและบำรุงรักษาง่าย โดยวิศวกรรมซอฟต์แวร์สามารถวัดประเมินคุณภาพของซอฟต์แวร์แต่ละด้านในเชิงปริมาณได้และสามารถปรับปรุง หรือพัฒนาให้กระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ เป็นกระบวนการที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ คู่มีค่าในทางเศรษฐศาสตร์

วิศวกรรมซอฟต์แวร์ศึกษาถึงปัญหาในทางปฏิบัติที่เกิดขึ้นจากการผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่การกำหนดความต้องการ การออกแบบ การสร้าง การทดสอบ จนกระทั่งการบำรุงรักษา โดยต้องอาศัยความรู้ด้านการบริหารจัดการ การปรับปรุงกระบวนการและการประมาณการเพื่อใช้แก้ปัญหาในทางปฏิบัติ

ระบบงานที่ทำงานบนเว็บ ต้องการคุณภาพ เนื่องจากเว็บจะต้องการตอบโต้กับ ผู้ใช้งานผ่านทางเว็บบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ปัจจุบันความคาดหวังของผู้ใช้งานเว็บต้องใช้งานง่าย นำเชื่อถือ ทำงานเร็ว มีการรักษาความลับให้กับข้อมูลส่วนตัวและมีประสิทธิภาพ สามารถนำ หลักการวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาใช้ในการพัฒนาเว็บ มีการนำหลักการ ความรู้และวิธีการที่เป็น ระบบทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และการบริหารงาน มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนา การนำไปใช้งานและการบำรุงรักษาระบบที่ทำงานบนเว็บให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

วิศวกรรมซอฟต์แวร์ หมายถึง เป็นการนำหลักวิชาการด้านวิศวกรรมมาดูแล กระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกถึงขั้นตอนบำรุงรักษาหลังการใช้งาน เพื่อให้ ซอฟต์แวร์ที่ได้มีคุณภาพสูงสุดภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาและต้นทุน โดยวิศวกรรมซอฟต์แวร์ นำ ทฤษฎีและเครื่องมือมาประยุกต์ใช้ ในกระบวนการผลิตซอฟต์แวร์เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ อย่างเหมาะสม แม้ว่าจะไม่มีทฤษฎี ระเบียบวิธี หรือเครื่องมือชนิดใดที่เหมาะสมเลยก็ตาม ต้อง ค้นคว้า รวบรวมข้อเท็จจริงเพื่อพิสูจน์หาทฤษฎีที่เหมาะสมและเชื่อถือได้แล้วนำมาปฏิบัติจนเกิดผล ภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลาและเงินทุน

IEEE (2004) กล่าวว่า วิศวกรรมซอฟต์แวร์ หมายถึง การนำแนวทางที่เป็นระบบ มี ระเบียบ กฎเกณฑ์และสามารถวัดผลในเชิงปริมาณได้มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนา ปฏิบัติการและ บำรุงรักษาซอฟต์แวร์ เป็นการศึกษาวิธีการผลิตซอฟต์แวร์

กิตติ ภัคดิวัฒน์กุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า ประโยชน์ที่ได้จากงาน วิศวกรรมซอฟต์แวร์ คือ กระบวนการผลิตซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ เป็นระบบมีมาตรฐาน กำหนดวิธีการทำงานอย่างชัดเจน มีการตรวจสอบคุณภาพของซอฟต์แวร์และมีเอกสารควบคุม กำกับการทำงานตลอดทั้งกระบวนการ ตลอดจนมีการตรวจสอบและประกันคุณภาพของซอฟต์แวร์ ที่ผลิตก่อนส่งถึงมือผู้บริโภค

องค์ประกอบของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามการแบ่งของ Waman S Jawadekar

1. วิศวกรรมระบบ หมายถึง กระบวนการศึกษาและวิเคราะห์ของระบบที่มีความ สลับซับซ้อน เพื่อสนับสนุนการทำงาน โดยมีกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องดำเนินการตามขั้นตอน

- 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของระบบ
- 1.2 กำหนดขอบเขตของระบบ
- 1.3 แบ่งระบบออกเป็นส่วนๆ ตามฟังก์ชันงาน หรือคุณสมบัติของระบบ
- 1.4 พิจารณาความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
- 1.5 กำหนดความสัมพันธ์ของปัจจัยนำเข้า ประมวลผลและผลลัพธ์

1.6 พิจารณาปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับในระบบ ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูล หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์อื่นๆ

1.7 กำหนดความต้องการในส่วนปฏิบัติการและฟังก์ชันงานทั้งระบบ

1.8 สร้างแบบจำลองระบบ เพื่อใช้วิเคราะห์และพัฒนาให้สอดคล้องกับแบบจำลองซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้น

1.9 นำเสนอและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นกับผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ระบบ เจ้าของระบบ หรือแม้แต่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลประโยชน์ที่มีต่อระบบ

2. วิศวกรรมการผลิต เป็นกระบวนการแปรสภาพความต้องการของระบบ ให้กลายเป็นซอฟต์แวร์

2.1 กำหนดความต้องการและจัดทำข้อกำหนดคุณสมบัติ

2.2 ออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหา

2.3 พิจารณาสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับแนวทางแก้ปัญหา

2.4 วางแผนโครงการผลิตซอฟต์แวร์

2.5 ทดสอบซอฟต์แวร์ในแต่ละคอมโพเนนต์

2.6 ผนวกคอมโพเนนต์ต่างๆ รวมเป็นระบบเดียวกัน

2.7 ทดสอบการผนวกรวมระบบ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับความต้องการที่กำหนดไว้

2.8 พิจารณากลยุทธ์ในการนำไปใช้

2.9 นำไปใช้

2.10 ปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการ

2.11 บำรุงรักษา และติดตั้งซอฟต์แวร์

2.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ

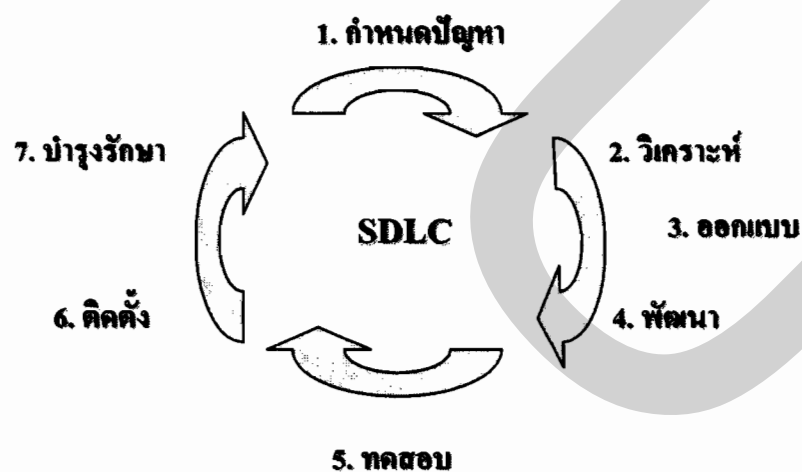
2.3.1 ภาพรวมการวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ความรู้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบมีความสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยในการสร้างและพัฒนาระบบสารสนเทศ การวิเคราะห์ระบบเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะนักวิเคราะห์ ระบบต้องติดต่อกับคนหลายคน ได้รู้ถึงการจัดการและการทำงานในองค์กรทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์หลายแบบมากขึ้น ผู้ที่สามารถวิเคราะห์ระบบได้ดีควรมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรม มีความรู้ทางด้านธุรกิจ ความรู้เกี่ยวกับระบบเครือข่ายและฐานข้อมูล ซึ่งใช้เป็นการรู้ในการออกแบบระบบที่มีความแตกต่างกันออกไปตามสภาพงาน ดังนั้นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ คือ

การศึกษาระบบ แล้วให้คำแนะนำในการปรับปรุงและพัฒนาระบบนั้นจนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งการทำงานทั้งหมดต้องมีลำดับขั้นตอนและการศึกษาวิธีการวิเคราะห์และการออกแบบระบบในแต่ละขั้นตอนทำให้เราเข้าใจระวิเคราะห์ระบบนั้นๆ คีอิ่งและสามารถออกแบบระบบใหม่โดยไม่ยากเย็นนัก โดยสามารถตัดสินใจว่า ระบบใหม่ควรใช้คอมพิวเตอร์ประเภทไหน ใช้โปรแกรมอะไร ออกแบบอินพุต/เอาต์พุตอย่างไร

การวิเคราะห์ระบบและการออกแบบ คือ วิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในธุรกิจใดธุรกิจหนึ่ง หรือระบบย่อยของธุรกิจ นอกจากการสร้างระบบ สารสนเทศใหม่แล้ว การวิเคราะห์ระบบช่วยในการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ การวิเคราะห์ระบบ คือ การหาความต้องการของระบบสารสนเทศว่าคืออะไร หรือต้องการเพิ่มเติมอะไรเข้ามาในระบบและการออกแบบ คือ การนำเอาความต้องการของระบบมาเป็นแบบแผน หรือเรียกว่าพิมพ์เขียวในการสร้างระบบสารสนเทศนั้นให้ใช้งานได้อย่างจริง

การพัฒนาระบบงาน หรือซอฟต์แวร์ใดๆ ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลายๆ ส่วนมาประกอบกัน โครงการแต่ละโครงการก็จะมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันไปตามขนาด หรือความซับซ้อนของโครงการ วงจรการพัฒนา (System Development Life Cycle) หมายถึงระเบียบวิธีการพัฒนาระบบ หรือซอฟต์แวร์ เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพและมาตรฐาน ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆ ที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการของวงจรการพัฒนา

ภาพที่ 2.1 แสดงกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ มีอยู่ 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดปัญหา หรือการเลือกสิ่งที่จะนำมาพัฒนาระบบงาน นับว่าเป็นขั้นตอนแรกในวงจรของการพัฒนา ขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างเป็นทางการ จากการประชุมของฝ่ายบริหาร เพื่อที่จะค้นหาวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและมุ่งหวังที่จะใช้แทนวิธีการทำงานแบบเดิม ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือเพื่อสร้างรูปแบบบริการแบบใหม่ การคัดเลือกโครงการ ทำการศึกษาถึงความจำเป็นและจัดลำดับความสำคัญของงานที่จะเกิดขึ้น โดยจะต้องผ่านความเห็นชอบของทีมงานผู้บริหารในหน่วยงาน ซึ่งจะต้องมีการอนุมัติและยินยอมมีโครงการเกิดขึ้นอย่างเป็นทางการ โดยมีกิจกรรม ได้แก่ ค้นหาโครงการพัฒนาระบบที่เห็นสมควรได้รับการพัฒนา จัดลำดับโครงการ กำหนด/เลือกโครงการที่ต้องการพัฒนา วางแผนโครงการ กำหนดขอบเขตของโครงการ พัฒนาแผนงานของโครงการให้มีภาระงาน ทรัพยากรและระยะเวลา

2. การวิเคราะห์ปัญหา เมื่อผ่านขั้นตอนการกำหนด หรือเลือกโครงการที่จะทำการพัฒนาแล้ว ขั้นตอนที่ต่อไปก็จะต้องนำเอาสิ่งที่ได้จากขั้นตอนแรกมาทำการวิเคราะห์ ได้แก่ คำอธิบายการทำงานและปัญหาของระบบปัจจุบัน พร้อมคำแนะนำที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา คำอธิบายทางเลือกต่างๆ และการให้เหตุผลสนับสนุนการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เสนอ โดยนักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำการวิเคราะห์ระบบ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก ไม่ควรทำอย่างรีบเร่ง เนื่องจากโครงการพัฒนาจำนวนมากที่ประสบความล้มเหลวเพราะการวิเคราะห์และออกแบบที่ไม่ถูกต้อง หลังจากการวิเคราะห์ระบบแล้วจะได้เอกสารประกอบการทำงาน ซึ่งจะเป็นกรอบในการออกแบบและพัฒนาระบบต่อไป โดยมีกิจกรรม ได้แก่ การสำรวจความต้องการการใช้งาน ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบเดิม กำหนดความต้องการในระบบใหม่จากผู้ใช้ระบบ จำลองแบบขั้นตอนการทำงาน อธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ

3. การออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเอาสิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ มาทำการออกแบบเป็นระบบงาน สำหรับการพัฒนาในขั้นตอนถัดไป เช่น การออกแบบ ฟอรัม รายงาน ไฟล์ฐานข้อมูล โปรแกรมและการออกแบบกระบวนการทำงานเป็นต้น ในการออกแบบจะเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลระบบลอจิก ของการนำไปพัฒนาระบบงานจริง หรือให้ความสนใจในแง่เชิงเทคนิค ทั้งตัวภาษา หรือเครื่องมือในการพัฒนาระบบงาน ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ เอกสารการออกแบบ ซึ่งจะถูกนำไปพัฒนาในลำดับถัดไป โดยมีกิจกรรม ได้แก่ การออกแบบสถาปัตยกรรมทางเทคนิค การออกแบบแบบจำลองของระบบ

4. การพัฒนาระบบงาน หรือการสร้างระบบงานจริง ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่นำเอาสิ่งที่ได้จากการออกแบบระบบมาทำการสร้างตัวระบบงานขึ้นมาใช้งานจริง ได้แก่ การลงรหัส การจัดทำเอกสารประกอบและคู่มือต่างๆ และการให้การสนับสนุนผู้ใช้ขั้นตอนนี้จะเป็น

ขั้นตอนที่นำเอาสิ่งที่ได้จากการออกแบบระบบมาทำการลงรหัส หรือสร้างตัวระบบงานขึ้นมาใช้งานจริง เอกสารคู่มือการใช้งาน โดยการพัฒนาจะใช้อะไรที่ได้ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบข้างต้น โดยมีกิจกรรม ได้แก่ สร้างสถาปัตยกรรมทางเทคนิค สร้างฐานข้อมูลและโปรแกรม เขียนรายละเอียดเป็นเอกสารสำหรับผู้ใช้งาน

5. การทดสอบ การทดสอบระบบจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของระบบงานที่ถูกสร้างขึ้นว่าตรงตามข้อกำหนดการทำงานของระบบในขั้นการวิเคราะห์หรือไม่และตรงตามกับความต้องการจริงหรือไม่ การทดสอบจะมีด้วยกัน หลายระดับ โดยมีกิจกรรม ได้แก่ การเขียนเงื่อนไขการทดสอบ การทดสอบระบบ ได้แก่ การทดสอบระดับหน่วย การทดสอบรวมหน่วย การทดสอบระบบ การทดสอบการยอมรับของผู้ใช้งาน

6. การติดตั้ง ทำการติดตั้งระบบโดยวิธีการต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับความสำคัญของข้อมูลระบบงาน ได้แก่ การติดตั้งเพื่อใช้งานได้ทันที การติดตั้งแบบถ่วงน้ำหนัก การติดตั้งแบบทีละเฟส การติดตั้งแบบโครงการนำร่อง

7. การบำรุงรักษา ขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่มีการใช้งานระบบไปได้ระยะหนึ่งแล้ว ซึ่งมักจะมีปัญหาในการทำงานในช่วงแรก ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุง หรือการแก้ไขระบบงานบางส่วน เช่น การปรับปรุงเวอร์ชันของซอฟต์แวร์ เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น การปรับปรุงเอกสารต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อรูปแบบการทำงานที่อาจมีการปรับเปลี่ยนไปบ้าง หลังจากพัฒนาระบบและมีการใช้งานไปได้ระยะเวลาหนึ่งแล้ว โดยมีกิจกรรม ได้แก่ สร้างระบบให้คำปรึกษาสนับสนุนผู้ใช้ระบบ ปรับสภาพแวดล้อมให้สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงของระบบ

2.3.2 ยูเอ็มแอล

ข้อความจาก <http://www2.cs.science.cmu.ac.th> (2547) กล่าวว่า ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language) คือ โมเดลมาตรฐานที่ใช้หลักการออกแบบ OOP (Object Oriented Programming) รูปแบบของภาษายูเอ็มแอลจะมี Notation ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่นำไปใช้ในโมเดลต่างๆ ยูเอ็มแอลจะมีข้อกำหนดกฎระเบียบต่างๆ ในการโปรแกรม โดยกฎระเบียบต่างๆ จะมีความหมายต่อการเขียนโปรแกรม ดังนั้นการใช้ยูเอ็มแอลจะต้องทราบความหมายของ Notation ต่างๆ เช่น Generalize Association Dependency Class และ Package สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการตีความของการออกแบบและการออกระบบ ก่อนนำไป Implement ระบบงานจริง ในปัจจุบันมีเครื่องมือมากมายที่สามารถแปลง โมเดลยูเอ็มแอลเป็น Code ภาษาคำสั่งได้

จิรดา ไชยมานิตย์ (2549) กล่าวว่า การนำยูเอ็มแอลมาใช้ มีข้อดีหลายประการ

1. เป็นภาษารูปภาพมาตรฐาน หรือภาษาสากลของทุกภาษาในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็น Java J2EE ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ของ Microsoft ล้วนแต่สนับสนุนยูเอ็มแอลใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุและสามารถใช้ในการแลกเปลี่ยนโมเดลได้อย่างสื่อความหมายรวมถึงการจัดสร้างเอกสารการวิเคราะห์ออกแบบระบบ โดยเฉพาะในการสร้างระบบขนาดใหญ่ซึ่งต้องอาศัยการทำงานเป็นทีม
2. สามารถนำเสนอและสนับสนุนหลักการเชิงวัตถุได้อย่างครบถ้วนชัดเจน ทำให้นักพัฒนาระบบสามารถทำความเข้าใจกับปัญหาและค้นพบวิธีแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและง่ายยิ่งขึ้น
3. ไม่ผูกติดกับภาษาโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่ง โมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากภาษามาตรฐานยูเอ็มแอลนี้ สามารถถูกแปลงไปเป็นระบบจริงที่ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุใดๆ ก็ได้
4. เป็นภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้ที่ทำการศึกษาหรือนำไปใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้อื่นใด นอกจากแนวคิดเชิงวัตถุ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ด้านการคำนวณหรือด้านอื่นๆ ก็ตาม
5. สามารถถูกแปลงเป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างระบบขึ้นจริงได้อย่างอัตโนมัติทำให้ช่วยลดภาระ เวลา และค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบเป็นอย่างมาก
6. สนับสนุนการขยายปรับปรุงระบบ การเพิ่มแก้ไขระบบ สามารถกระทำได้กับโมเดลก่อนลงมือพัฒนาเพิ่มเติมจริง ซึ่งจะง่ายกว่าการเริ่มต้นทำการเปลี่ยนแปลงที่ซอร์สโค้ด
7. ยูเอ็มแอลถูกใช้ในการบันทึกความคิดของนักพัฒนา ในลักษณะของเอกสารที่พร้อมจะถูกนำมาทำความเข้าใจหรือสานต่ออีกครั้งได้อย่างรวดเร็ว

ข้อความ <http://www2.cs.science.cmu.ac.th> (2547) กล่าวว่า โค้ดอะแกรมของยูเอ็มแอลประกอบด้วย 9 โค้ดอะแกรม โดยในแต่ละโค้ดอะแกรมจะเปรียบเสมือนมุมมองในด้านต่างๆ ของระบบที่กำลังพัฒนา ซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์ออกแบบเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและง่ายคายมากยิ่งขึ้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ยูสเคสโค้ดอะแกรม (Use case Diagram) ในการพัฒนาระบบงานใดๆ นั้น การเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้มีความสำคัญมากและจะทำในระยะแรกๆ ของการพัฒนาระบบงานเสมอ โดยยูสเคสโค้ดอะแกรมเป็นโค้ดอะแกรมที่ทำหน้าที่แสดงความต้องการของระบบจะได้จากผู้ใช้งานกับผู้พัฒนาระบบ เป็นเทคนิคในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้อธิบายหน้าที่ของระบบใหม่หรือระบบปัจจุบัน

ข้อความจาก <http://www2.cs.science.cmu.ac.th> (2547) กล่าวว่า ส่วนประกอบสำคัญของยูสเคสไดอะแกรม ได้แก่

1.1 ยูสเคส คือ ความสามารถหรือฟังก์ชันของระบบซอฟต์แวร์ที่จะพัฒนา โดยการเขียนยูสเคส ใช้สัญลักษณ์วงรีและชื่ออยู่ในวงรีนั้น ดังภาพที่ 2.2



สมัครสมาชิก

ซื้อหนังสือ

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการเขียนยูสเคส

1.2 แอ็กเตอร์ คือ ผู้ที่กระทำกับระบบ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยจะเป็นคน หรือไม่ก็ได้ ซึ่งเป็นผู้แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับระบบที่จะทำการพัฒนา โดยเราจะใช้สัญลักษณ์รูปคนแทนสัญลักษณ์ของแอ็กเตอร์นั้น ดังภาพที่ 2.3



ลูกค้า

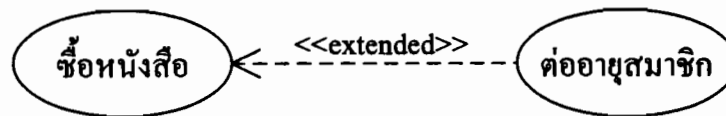


พนักงานชาย

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่าง การเขียนแอ็กเตอร์

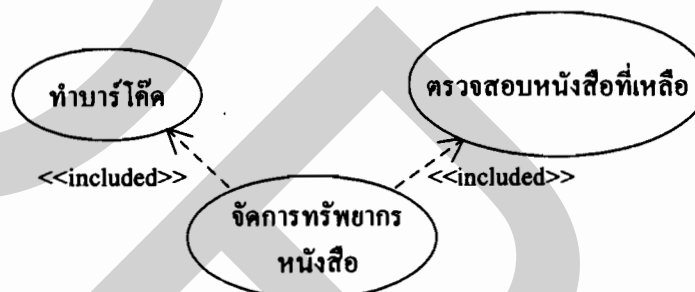
1.3 เส้นแสดงความสัมพันธ์ คือ เส้นเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แอ็กเตอร์กับแอ็กเตอร์ หรือยูสเคสกับยูสเคส

1.3.1 ความสัมพันธ์แบบขยาย ใช้เพื่อบอกว่ายูสเคสหนึ่ง ถูกช่วยเหลือโดยการทำงานยูสเคสอื่น หมายถึง ยูสเคสที่มาขยาย ส่งผลให้การทำงานของเบสยูสเคสมีการสะดวก เปลี่ยนกิจกรรมไป หรือได้ผลกระทบ โดยใช้สัญลักษณ์ <<extend>> ลากจากยูสเคสที่ถูกขยายไปยังเบสยูสเคส ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนสัมพันธ์แบบขยาย

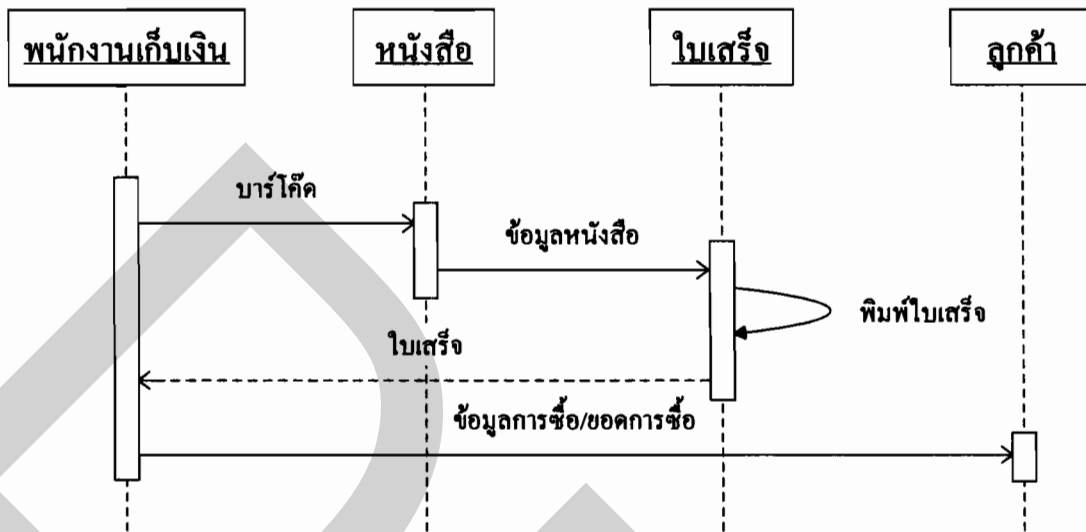
1.3.2 ความสัมพันธ์แบบรวม ใช้เพื่อบอกว่ายูสเคสหนึ่งถูกอาศัยการทำงาน
ของยูสเคสอื่นๆ โดยใช้สัญลักษณ์ <<include>> หรือ <<use>> ลากจากเบสยูสเคสไปยังยูสเคส
ที่ถูกเรียกใช้ หรือที่ถูกรวมไว้ด้วยกัน ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเขียนความสัมพันธ์แบบรวม

2. ซีควেনซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) บอกลำดับการทำงานของระบบ โดยมี
วัตถุและเวลาเป็นตัวกำหนดลำดับของงาน ซีควেনซ์ไดอะแกรมเป็น ไดอะแกรมซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์
ระหว่างวัตถุตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนดเมงเสงที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสจะ
สามารถนำไปสู่การสร้างเมทอดในคลาสที่เกี่ยวข้องได้

ซีควেনซ์ไดอะแกรมประกอบด้วยแกนสมมติ 2 แกน คือ แกนนอนและแกนตั้ง โดย
แกนนอนจะแสดงขั้นตอนการทำงาน หรือการส่งเมงเสงระหว่างวัตถุ ส่วนแกนตั้งเป็นแกนเวลา ทั้ง
2 แกนต้องสัมพันธ์กัน สัญลักษณ์ประกอบด้วย ส่วนที่บอกชื่อของออบเจกต์ว่าเป็นออบเจกต์อะไร
โดยเรียงจากซ้ายไปขวาตามลำดับการทำงานของระบบ คือ ออบเจกต์ทางซ้ายจะทำงานก่อน
ออบเจกต์ที่อยู่ขวามือ โดยจะมีเมงเสงเป็นการติดต่อที่ส่งจากออบเจกต์หนึ่งไปยังออบเจกต์หนึ่ง
หรืออาจส่งกลับมาหาตัวเองก็ได้ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนซีควেনซ์ไดอะแกรม

3. คอลแลบอเรชันไดอะแกรม (Collaboration Diagram) จะเป็นไดอะแกรมที่แสดงการติดต่อกันระหว่างคลาส ทำหน้าที่เช่นเดียวกับซีควেনซ์ไดอะแกรม แต่รูปแบบและลักษณะการเขียนจะต่างกัน มุ่งเน้นไปที่บทบาทของวัตถุแทนที่การเน้นไปที่เวลาที่เมจเซจถูกส่ง

คอลแลบอเรชันไดอะแกรมประกอบด้วยวัตถุหรือคลาสเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยม โดยมีฟอร์มเมตคือ : ชื่อออบเจกต์ : ชื่อคลาสและขีดเส้นใต้เพื่อแสดงว่าเป็นอินสแตนซ์ มีเส้นเชื่อมกันระหว่างวัตถุเรียกว่าลิงค์ ซึ่งแต่ละลิงค์ มีคำอธิบายแสดงขั้นตอนการทำงานตามทิศทางลูกศร โดยมีตัวเลขลำดับกำกับไว้เพื่อบอกว้ขั้นตอนใดทำก่อนทำหลัง ซึ่งแทนแกนเวลาตามด้วยเครื่องหมายโคลอนและข้อความ

4. สเตตไดอะแกรม (State Diagrams) ประกอบด้วยสเตตต่างๆ ของวัตถุและเหตุการณ์ต่างๆ ที่ทำให้สถานะของวัตถุเปลี่ยนและการกระทำที่เกิดขึ้น เมื่อสถานะของระบบเปลี่ยนไป สามารถบอกสถานะของวัตถุได้ โดยจะให้ความสนใจว่า ณ เวลาใดๆ วัตถุนั้นมีสถานะเป็นแบบใด มักใช้อธิบายเฉพาะคลาสที่มีความซับซ้อนสูงๆ เท่านั้น

สเตตไดอะแกรมจะแสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดสถานะ โดยจุดเริ่มต้นสถานะจะมีสัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมทึบและจุดสิ้นสุดสถานะจะเป็นรูปวงกลมโปร่งล้อมรอบวงกลมทึบข้างใน ในแต่ละสถานะของไดอะแกรมจะถูกแสดงเป็นรูปสี่เหลี่ยมทึบและเชื่อมกันด้วยเส้นลูกศรชี้จากสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่ง สามารถเขียนคำอธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เปลี่ยนสถานะตรงเส้นลูกศรได้ บางสเตตไดอะแกรมจะมีสถานะวนเวียน

5. แอคติวิตี้ไดอะแกรม (Activities Diagrams) แสดงลำดับกิจกรรมของการทำงาน สามารถแสดงทางเลือกที่เกิดขึ้นได้ แอคติวิตี้ไดอะแกรมจะแสดงขั้นตอนการทำงานในการปฏิบัติการ โดยประกอบไปด้วยสถานะต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานและผลจากการทำงานในขั้นตอนต่างๆ

แอคติวิตี้ไดอะแกรมประกอบด้วยกิจกรรมแสดงด้วยสี่เหลี่ยมมน เชื่อมโยงกันด้วยลูกศรเพื่อแสดงลำดับการทำกิจกรรมและมีเส้นที่ขนาบในแนวนอนซึ่งใช้วาดในกรณีที่ต้องรอกิจกรรมอื่นๆ เสร็จหมดก่อนจึงทำกิจกรรมถัดไปได้ นอกจากนี้ยังมีการแบ่งเป็นสวิตช์ ซึ่งเป็น การแบ่งกลุ่มกิจกรรมเป็นเลนๆ โดยแบ่งเป็นช่องในแนวดิ่งและกำหนดแต่ละช่องด้วยชื่อของวัตถุไว้แถบบนสุด ซึ่งเป็นการกำหนดแต่ละเลนว่างานในแต่ละเลนนั้นเกิดขึ้นกับออบเจกต์อะไร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง แต่ละสวิตช์แสดงถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับออบเจกต์ที่เป็นเจ้าของเลนนั้นๆ

6. คลาสไดอะแกรม (Class Diagrams) ประกอบด้วยคลาสและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างคลาส คลาสไดอะแกรมยังสามารถทำการแสดงรายละเอียดภายในคลาสแต่ละคลาสได้ว่ามีเมธอดอะไรบ้างและแอตทริบิวต์เป็นอย่างไร

คลาสไดอะแกรมประกอบด้วยสัญลักษณ์ของคลาสและเส้นแสดงความสัมพันธ์ ใน ส่วนของสัญลักษณ์คลาสจะถูกวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนดังรูปนั่นคือ ชื่อคลาส อยู่ในส่วนบนสุด แอตทริบิวต์อยู่ตรงส่วนกลางและเมธอดในส่วนล่างสุด

7. ออบเจกต์ไดอะแกรม (Object Diagram) ประกอบด้วยวัตถุและความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ โดยแต่ละวัตถุจะแสดงอินสแตนซ์ของแต่ละคลาสที่มีในระบบและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างคลาสมีลักษณะเช่นเดียวกับในคลาสไดอะแกรม การใช้ออบเจกต์ไดอะแกรมหลักๆ แล้วจะใช้แสดงตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลในระบบ

8. คอมโพเนนต์ไดอะแกรม (Component Diagram) เป็นไดอะแกรมซึ่งแสดงโครงสร้างทางกายภาพของซอฟต์แวร์ มีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ Sourcecode Components Binarycode Components Executable Components ภายในคอมโพเนนต์ไดอะแกรมก็จะมีความสัมพันธ์แสดงอยู่เช่นเดียวกับคลาสไดอะแกรมและออบเจกต์ไดอะแกรม

คอมโพเนนต์ไดอะแกรมจะถูกแสดงโดยสี่เหลี่ยมที่ประกอบด้วยสี่เหลี่ยมเล็กอีก 2 รูป ติดอยู่ที่ขอบด้านซ้ายและอาจเชื่อมต่อกันด้วยเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น การเชื่อมกันระหว่างคอมโพเนนต์ฝั่งไคลเอนท์กับคอมโพเนนต์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ โดยมีลูกศรเส้นประเป็นตัวเชื่อมโยงจากคอมโพเนนต์หนึ่งที่เป็นตัวเรียกใช้ไปยังอีกอินเทอร์เฟซของอีกคอมโพเนนต์หนึ่งที่ถูกเรียกใช้

9. ดีพอยเมนต์ไดอะแกรม (Deployment Diagram) เป็นสิ่งที่สามารถทำการแสดงระบบสถาปัตยกรรมของฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ คือ แสดงว่ามีคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องการใช้ในระบบ สัญลักษณ์จะใช้รูปลูกบาศก์แทน โดย 1 ลูกบาศก์จะแทน 1 โหนดและแต่ละโหนดก็จะมีคอมพิวเตอร์โหนดที่เป็นองค์ประกอบของโหนดนั้น

2.4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2.4.1 การบริหารโครงการผลิตซอฟต์แวร์

กิตติ ภักดีวัฒนกุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า การบริหารโครงการ (Project Management) หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เครื่องมือและเทคนิคเพื่อดำเนินกิจกรรมตามความต้องการของโครงการให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วงจรชีวิตของโครงการ โครงการเป็นสิ่งที่จัดตั้งขึ้นเพียงชั่วคราว มี 4 ระยะ

1. ระยะเริ่มต้นโครงการ ทำการกำหนดขอบเขตและขนาดของโครงการ รวมทั้งกำหนดกิจกรรม หรืองานที่จะต้องทำในแต่ละขั้นตอนของการผลิต
2. ระยะวางแผนโครงการ กำหนดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการผลิตอย่างชัดเจน รวมทั้งประมาณการใช้ทรัพยากรต่างๆ เช่น เวลา ต้นทุนและแรงงาน โดยผู้บริหาร โครงการต้องจัดตาราง ประเมินความเสี่ยง ตลอดจนกิจกรรมอื่นๆ
3. ระยะดำเนินการ เป็นระยะที่ผู้พัฒนาดำเนินการตามแผนที่จัดไว้ โดยผู้บริหารโครงการต้องมีการติดตามการทำงาน ดูแล สั่งการและควบคุมการทำงานของลูกทีมให้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ผู้บริหารโครงการต้องคอยติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน เพื่อปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดในแผนงานให้เป็นปัจจุบันที่สุดและหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
4. ระยะปิดโครงการ เป็นการดำเนินงานหลังการติดตั้งระบบ เป็นระยะดำเนินงานในช่วงการบำรุงรักษาระบบ มี 2 ลักษณะ คือ การปิดโครงการด้วยความสำเร็จและการปิดโครงการด้วยความล้มเหลว

2.4.2 การเริ่มต้นโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า ปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันขนาดเล็ก หรือใหญ่เพียงใดก็ตาม จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและความต้องการแอปพลิเคชันที่แท้จริงอย่างละเอียดรอบคอบ ทั้งนี้ ก็เพื่อไม่ให้เงินลงทุนนั้นสูญเปล่า และเพื่อเพิ่มผลกำไรแก่บริษัทให้ได้มากที่สุด การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันก็เช่นเดียวกัน จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีแก้ไขปัญหาและความต้องการของเว็บแอปพลิเคชันที่แท้จริงก่อนลงมือดำเนินการ เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันที่ผลิตขึ้นมานั้นสามารถสร้างผลกำไรและไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา ดังนั้นในการเริ่มต้นดำเนินโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจึงควรเริ่มต้นด้วยกิจกรรมสำคัญ 2 กิจกรรม ได้แก่ กำหนดการเริ่มต้นพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและการวางแผน

2.4.2.1 กำหนดการเริ่มต้นพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

กำหนดการเริ่มต้นพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการระบุความต้องการของธุรกิจ เพื่อนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของเว็บแอปพลิเคชัน กำหนดลักษณะสำคัญและฟังก์ชันหลักของเว็บ นอกจากนี้ผู้พัฒนาจะต้องเก็บรวบรวมความต้องการที่จะนำมาวิเคราะห์และสร้างเป็นแบบจำลองชนิดต่างๆ เช่น แบบจำลองข้อมูล ฟังก์ชันและพฤติกรรม เป็นต้น

สรุปขั้นตอนของกำหนดการเริ่มต้นพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ดังนี้

1. ระบุความต้องการ เพื่อนำมากำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์
2. กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ โดยเป้าหมายอาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่
 - 2.1 เป้าหมายเชิงสารสนเทศ ระบุความตั้งใจของการนำเสนอเนื้อหาของเว็บ เช่น “เว็บไซต์ได้จัดเตรียมรายละเอียดของสินค้า ทั้งทางด้านเทคนิคและราคาสินค้า” เป็นต้น
 - 2.2 เป้าหมายเชิงการทำงาน ระบุความสามารถของเว็บแอปพลิเคชัน เช่น “ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลสินค้าได้หลายเงื่อนไขและข้อมูลส่วนตัวของลูกค้าจะไม่ถูกเปิดเผย”
3. รวบรวมความต้องการ เช่น เนื้อหาของเว็บที่ต้องการ รูปแบบของการนำเสนอ ฟังก์ชันการทำงาน ลักษณะที่สำคัญและวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ เป็นต้น
4. จำแนกกลุ่มผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชัน เพื่อนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ จะช่วยให้ออกแบบอินเตอร์เฟซและการโต้ตอบได้ง่ายขึ้น
5. วิเคราะห์ความต้องการ เป็นการนำความต้องการที่รวบรวมได้มาสร้างความสัมพันธ์กัน เพื่อจัดระบบเนื้อหาของเว็บและโครงสร้างการเชื่อมโยง
6. สร้างแบบจำลอง เช่น ยูสเคส เป็นต้น

2.4.2.2 การวิเคราะห์ความต้องการของเว็บแอปพลิเคชัน

ความต้องการเว็บแอปพลิเคชัน มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและใช้เวลาในการพัฒนาน้อย ดังนั้นหากเป็นเว็บแอปพลิเคชันขนาดเล็กจึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ความต้องการก็ได้ โดยผู้พัฒนาสามารถเริ่มต้นด้วยการออกแบบและสร้างเว็บได้ทันที หลังจากรวบรวมข้อมูล แต่หากเป็นเว็บแอปพลิเคชันขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนสูง หรือมีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ผู้พัฒนาจำเป็นต้องวิเคราะห์ความต้องการก่อนเพื่อให้การออกแบบและสร้างเว็บง่ายขึ้น

เนื่องจากความต้องการของเว็บแอปพลิเคชันมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ดังนั้นการวิเคราะห์ความต้องการจึงมีวัตถุประสงค์เพียงเพื่อวิเคราะห์ความต้องการพื้นฐานของเว็บแอปพลิเคชัน สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ด้าน

1. การวิเคราะห์เนื้อหาของเว็บ เพื่อระบุเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชันที่ต้องนำเสนอแก่ผู้ใช้ ซึ่งอาจนำเสนอได้หลายรูปแบบ เช่น ข้อความ รูปภาพ รูปถ่าย ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือ วิดีโอ เป็นต้น การกำหนดเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชัน
2. การวิเคราะห์การโต้ตอบ เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการโต้ตอบระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งานแต่ละกลุ่ม กำหนดเส้นทางการเชื่อมโยงและระบบนำทาง กำหนดพฤติกรรมของเว็บที่จะต้องตอบสนองต่อผู้ใช้ในแต่ละสถานการณ์
3. การวิเคราะห์ฟังก์ชันงาน เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดฟังก์ชันงานหลักให้กับเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็นการประมวลผลข้อมูล หรือฟังก์ชันงานที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้ใช้แต่ละกลุ่ม
4. การวิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อม หรือโครงสร้างของระบบเครือข่ายที่จะใช้จัดเก็บเว็บแอปพลิเคชัน

สำหรับคุณสมบัติด้านฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการของเครื่องลูกข่ายนั้น บริษัทที่เป็นเจ้าของเว็บแอปพลิเคชันไม่สามารถกำหนดได้ว่า ผู้ใช้จะต้องมีโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ที่มีคุณสมบัติใดบ้าง หรือสามารถกำหนดได้ว่าผู้ใช้จะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ความเร็วเท่าใด ใช้ระบบปฏิบัติการใด เครื่องลูกข่ายต้องมีความเร็วเท่าใด เนื่องจากผู้ใช้กระจายอยู่ทั่วทุกมุมโลก ดังนั้น สิ่งที่ผู้พัฒนาสามารถทำได้ คือ การทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันภายใต้สภาพแวดล้อมประเภทต่างๆ ของเครื่องลูกข่าย เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้จะสามารถเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันได้จากสภาพแวดล้อมทุกรูปแบบ

2.4.2.3 การวางแผนโครงการ

แม้ว่าการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจะเป็นโครงการแบบเร่งด่วนก็ตาม ขั้นตอนการวางแผนและการบริหารโครงการก็ไม่อาจจะละเลยไปได้ ผู้พัฒนายังคงต้องวางแผนการดำเนินงานโครงการในด้านต่างๆ เช่นเดียวกับ โครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือแอปพลิเคชันทั่วไป ดังนี้

1. การระบุข้อกำหนดทางเทคนิค
2. ประมาณการระยะเวลาดำเนินโครงการ
3. การทดสอบและประกันคุณภาพ
4. การประเมินและการจัดการความเสี่ยง
5. การส่งมอบผลิตภัณฑ์
6. การวางตลาด

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าผู้พัฒนาในโครงการพัฒนาแอปพลิเคชันทั่วไปนั้นประกอบด้วย ผู้บริหารโครงการ นักวิเคราะห์ระบบ นักออกแบบ โปรแกรมเมอร์ ผู้ทดสอบระบบ และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแล้ว บทบาทและหน้าที่ของผู้พัฒนาอาจแตกต่างไปจากโครงสร้างเดิมเล็กน้อย เนื่องจากผู้พัฒนาจะต้องมีความรู้และทักษะหลายอย่าง ทั้งทางด้านระบบเครือข่าย การวิศวกรรมเว็บแบบคอมโพเนนต์ สถาปัตยกรรมเว็บ การออกแบบอินเตอร์เฟซเว็บ การออกแบบการโต้ตอบกับผู้ใช้เว็บ การออกแบบกราฟฟิก การจัดโครงร่างเนื้อหา ตลอดจนการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

2.4.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

กิตติ ภัคศิวัฒน์กุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า ในการออกแบบผู้พัฒนาจะต้องร่างแบบ ซึ่งก็คือ การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายองค์ประกอบต่างๆ ขึ้นมาก่อน ทำให้สามารถตรวจสอบและประเมินคุณภาพของงานออกแบบได้ โดยเมื่อพบว่ามีข้อผิดพลาดในงานออกแบบส่วนใด ก็จะทำให้การแก้ไขให้ถูกต้องก่อนลงมือสร้าง นับว่าเป็นการลดข้อผิดพลาดให้น้อยลงได้อีกทางหนึ่ง

เพื่อให้การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมีคุณภาพ สามารถยึดหลักการออกแบบ ที่ถูกแนะนำไว้โดย Jean Kaiser (KAI 2002) ดังนี้

1. เรียบง่าย เนื้อหาของเว็บเพจส่วนใหญ่ถูกนำเสนอด้วยสื่อในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะสม จะทำให้ดูเรียบง่าย ไม่รกจนเกินไป
2. สอดคล้อง ทุกองค์ประกอบบนเว็บแอปพลิเคชันจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกัน เช่น การเลือกชนิดตัวอักษร ต้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันทุกเพจ สีตัวอักษรกับพื้นหลังที่ใช้ต้องเข้ากันได้เป็นอย่างดี เป็นต้น

3. มีเอกลักษณ์ ทุกองค์ประกอบที่จะนำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชันจะต้องถูกออกแบบให้สอดคล้องกับประเภทธุรกิจ ทำให้ครั้งแรกของการเข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ ผู้ใช้จะต้องทราบได้ทันทีว่าเป็นธุรกิจประเภทใด

4. เนื้อหาครบถ้วน เนื้อหาที่นำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชันจะต้องเป็นสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการอย่างแท้จริง

5. มีเส้นทางการเชื่อมโยงที่เข้าใจง่าย สร้างทางการเชื่อมโยงควรทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องมีคำแนะนำการเชื่อมโยง

6. สวยงาม สิ่งที่ดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้ได้มากที่สุดของเว็บแอปพลิเคชันคือ “ความสวยงาม” ของเว็บ ที่เกิดจากการจัดวางทุกองค์ประกอบได้อย่างลงตัวแล้ว อย่างไรก็ตาม ความสวยงามไม่ใช่เพียงปัจจัยเดียวที่ดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ ประสิทธิภาพในการทำงานของเว็บก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ไม่ควรมองข้าม

7. ทำงานได้ทุกสภาพแวดล้อม เนื่องจากองค์กรผู้เป็นเจ้าของเว็บแอปพลิเคชัน ไม่สามารถกำหนดได้ว่าลูกค้า หรือผู้ใช้จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายประเภทใด และมีคุณสมบัติอย่างไร ดังนั้น เว็บแอปพลิเคชันจะต้องสามารถทำงานได้กับทุกสภาพแวดล้อมที่ผู้ใช้มีอยู่

การจำแนกองค์ประกอบของเว็บแอปพลิเคชันที่จะออกแบบ อาจแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเว็บแอปพลิเคชัน อย่างไรก็ตาม สำหรับงานด้านวิศวกรรมเว็บแล้ว สามารถแบ่งสิ่งที่ต้องออกแบบเป็น 6 ส่วน ได้แก่ การออกแบบอินเตอร์เฟซ การออกแบบกราฟิก การออกแบบเนื้อหา การออกแบบการเชื่อมโยง การออกแบบสถาปัตยกรรมและการออกแบบคอมโพเนนต์

2.4.3.1 การออกแบบอินเตอร์เฟซ เช่นเดียวกับการออกแบบอินเตอร์เฟซในเว็บแอปพลิเคชัน หรือซอฟต์แวร์ทั่วไป กล่าวคือ การออกแบบอินเตอร์เฟซ หมายถึง การออกแบบส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อการนำเสนอ รับชมและใช้งาน เนื้อหาที่นำเสนอได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “การออกแบบจอภาพ” นั่นเอง การออกแบบอินเตอร์เฟซที่ดี จะต้องมีเครื่องมือที่ทำให้ผู้ใช้ทราบว่า “อยู่ในเว็บไซต์ใด สามารถทำอะไรได้บ้าง และจะชมข้อมูลส่วนอื่นได้อย่างไร” ซึ่งนักออกแบบสามารถใช้เครื่องมือของระบบนำทางเป็นเครื่องนำทางได้ ได้แก่ ปุ่มคำสั่ง เมนูเชื่อมโยง ข้อความ หรือรูปภาพเชื่อมโยง เป็นต้น

สำหรับหลักการออกแบบอินเตอร์เฟสนั้น ได้มีผู้เชี่ยวชาญกำหนดขึ้นมากมายในที่นี้ จึงขอยกตัวอย่างเพียงบางส่วน ดังนี้

1. การใช้เครื่องมือนำทางการใช้งาน เมนู ข้อความ รูปภาพ ไอคอน ตลอดจนสีและโครงร่างของเว็บเพจควรสอดคล้องกันตลอดทั้งเว็บไซต์

2. อินเทอร์เน็ตที่ออกแบบจะต้องไม่ทำให้การใช้งานของผู้ใช้เป็นเรื่องยาก
3. ข้อความที่นำเสนอบนเว็บเพจ ควรมองเห็นได้ชัดเจน
4. ต้องออกแบบให้ยืดหยุ่นต่อการใช้งานของผู้ใช้ เช่น ผู้ใช้สามารถยกเลิกการทำงานบางอย่างได้ เป็นต้น
5. ระบบนำทางที่ใช้ ควรมีวัตถุประสงค์เพื่อเอื้ออำนวยต่อการใช้งานมากกว่าบังคับทิศทางการใช้งาน
6. ควรมีระบบนำทางที่ระบุตำแหน่งการใช้งานของผู้ใช้งาน การย้อนกลับ ไปข้างหน้า เพื่อไม่ให้ผู้ใช้หลงทางและควรบอกสถานการณ์ใช้งานแก่ผู้ใช้ด้วย เช่น แสดงข้อความที่แตกต่างกันบนไทม์เทอร์บาร์ของเว็บเบราว์เซอร์ จะทำให้ผู้ใช้ทราบว่าตนกำลังรับชมข้อมูลใดอยู่ เป็นต้น
7. อินเทอร์เน็ตบางชนิด (เช่น แบบฟอร์มป้อนข้อมูล) ควรใช้หลักการออกแบบตามจริง กล่าวคือ ให้มีลักษณะการเลือกเช็คบ็อกซ์และการป้อนข้อมูลเสมือนแบบฟอร์มจริงที่เป็นกระดาษ

2.4.3.2 การออกแบบกราฟิก เป็นองค์ประกอบสำคัญที่แสดงให้เห็นความสวยงามของหน้าเว็บ หากเว็บแอปพลิเคชันใดไม่มีองค์ประกอบส่วนนี้ ก็จะเป็นเว็บที่มีแต่ฟังก์ชันใช้งาน

การเริ่มต้นออกแบบกราฟิกจะมีกิจกรรมย่อยเช่นเดียวกับการออกแบบองค์ประกอบส่วนอื่น กล่าวคือ เมื่อจำแนกกลุ่มผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาจะต้องสอบถามความต้องการของผู้ใช้ในด้านความสวยงามของเว็บ แล้วนำข้อมูลความต้องการที่เก็บรวบรวมได้มาออกแบบ แต่การออกแบบกราฟิกสำหรับเว็บแอปพลิเคชันนั้น จะต้องคำนึงถึง “โครงร่างของหน้าเว็บ” ด้วย หรือที่เรียกว่า “เลย์เอาต์” กล่าวคือ ต้องคำนึงถึงการจัดวางส่วนประกอบอื่นๆ ลงบนหน้าเว็บให้ได้สัดส่วนที่ลงตัว เมื่อสามารถกำหนดโครงร่างของหน้าเว็บแอปพลิเคชันได้แล้ว ผู้พัฒนาจะต้องออกแบบกราฟิก ซึ่งก็คือ การกำหนดสี ชนิดตัวอักษร ขนาด ลีอัมลิตีมีเดียและส่วนประกอบอื่นๆ ทั้งหมดโดยรวม เพื่อให้ทุกส่วนประกอบถูกนำเสนอได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องและกลมกลืนกัน

2.4.3.3 การออกแบบเนื้อหา เป็นการกำหนดและจัดเตรียมเนื้อหาที่จะนำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชันนอกจากนี้ การออกแบบเนื้อหายังรวมถึงการกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาด้วย เช่น กำหนดให้นำเสนอเนื้อหาด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง หรือวิดีโอคลิป เป็นต้น ดังนั้น หน้าทีของผู้พัฒนาในการออกแบบเนื้อหา คือ การเลือกรูปแบบนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหาแต่ละส่วน โดยจะต้องผสมผสานหลักการออกแบบร่วมกับการออกแบบกราฟิกด้วย เพื่อให้สามารถกำหนดรายละเอียดด้านกราฟิกให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะนำเสนอ

2.4.3.4 การออกแบบสถาปัตยกรรม ในขั้นตอนการออกแบบสถาปัตยกรรม ผู้พัฒนาจะต้องออกแบบสถาปัตยกรรมของเนื้อหาและสถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันให้สอดคล้องกัน

1. การออกแบบสถาปัตยกรรมของเนื้อหา บางครั้งเรียกว่า “Information Architecture” เป็นการกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาทั้งหมดที่จะนำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าเนื้อหานั้นจะอยู่ในรูปแบบใดก็ตาม โดยโครงสร้างการนำเสนอเนื้อหาของเว็บนั้นมี 4 ชนิด ได้แก่ โครงสร้างเชิงเส้น โครงสร้างแบบกริด โครงสร้างแบบระดับชั้นและโครงสร้างแบบเครือข่าย

2. การออกแบบสถาปัตยกรรมเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการกำหนดโครงสร้างพื้นฐานการทำงานของระบบเว็บเบส ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานการทำงานแบบเลเยอร์ตามสถาปัตยกรรม “MVC (Model View Controller)” ซึ่งแบ่งเป็น 3 เลเยอร์ ได้แก่ เลเยอร์โมเดล เลเยอร์มุมมองและเลเยอร์ควบคุม แต่ละเลเยอร์จะทำงานต่างกัน โดยเลเยอร์โมเดลประกอบไปด้วยข้อมูลหรืออ็อบเจกต์ของเนื้อหา ลอจิกการทำงาน ฟังก์ชันการทำงานกับข้อมูล การเข้าถึงข้อมูลภายนอก และแหล่งข้อมูลภายนอก ส่วนเลเยอร์มุมมอง ประกอบไปด้วยฟังก์ชันการแสดงผลส่วนอินเตอร์เฟซ ลอจิกและฟังก์ชันการทำงานกับอินเตอร์เฟซการเข้าถึงข้อมูลภายนอก แหล่งข้อมูลภายนอกและฟังก์ชันการทำงานอื่นๆ ที่ผู้ใช้งานร้องขอ สำหรับเลเยอร์ควบคุม จะทำหน้าที่จัดการการเข้าถึงเลเยอร์โมเดลและเลเยอร์มุมมอง และจัดการการใช้ข้อมูลร่วมกันของทุกเลเยอร์

2.4.3.5 การออกแบบการเชื่อมโยง หลังจากกำหนดโครงสร้างเนื้อหาแล้ว ผู้พัฒนาจะต้องออกแบบการเชื่อมโยง โดยแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ออกแบบเส้นทางเชื่อมโยง เป็นการกำหนดเส้นทางเชื่อมโยงของผู้ใช้งานแต่ละกลุ่มที่มีสิทธิในการเข้าชมข้อมูลต่างกัน

2. ออกแบบเครื่องมือนำทางการเชื่อมโยง ได้แก่ เครื่องมือดังต่อไปนี้

2.1 รายการเมนูเชื่อมโยง ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง รวมทั้งรายการเมนูเชื่อมโยงในลักษณะแท็บ หรือแถวคั่นด้วย

2.2 ปุ่มเชื่อมโยง ข้อความและรูปภาพเชื่อมโยง

2.3 แผ่นผังเว็บไซต์

2.4.3.6 การออกแบบคอมโพเนนต์ หรือการออกแบบระดับรายละเอียด เป็นการออกแบบโปรแกรมย่อยหรือฟังก์ชันย่อยต่างๆ ของโปรแกรม ที่จะประกอบกันขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมย่อยที่จะประมวลผลส่วนอินเตอร์เฟซ ประมวลผลข้อมูลในฟอร์ม หรือจะเป็นโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลบนเว็บตามการร้องขอของผู้ใช้งาน พร้อมกับแสดงผลการค้นหาข้อมูลดังกล่าวด้วย โดยผู้พัฒนาออกแบบจะใช้วิธีการและหลักการออกแบบเช่นเดียวกันกับการออกแบบแอปพลิเคชันทั่วไป

2.4.4 การทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

กิตติ ภักดีวัณณะกุล และ พนิดา พานิชกุล (2550) กล่าวว่า การทดสอบเว็บแอปพลิเคชันจะใช้หลักการ เทคนิคและวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับแอปพลิเคชัน หรือซอฟต์แวร์ทั่วไป ทั้งนี้ เพื่อเป็นการค้นหาข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในทุกระดับของเว็บแอปพลิเคชันแล้ว แก้ไขให้ถูกต้อง ก่อนที่จะกลายเป็นความล้มเหลวเมื่อนำไปติดตั้งใช้งานจริง

การทดสอบเว็บแอปพลิเคชันที่ดี คือ การที่ผู้พัฒนาจะต้องค้นหาข้อผิดพลาดให้ได้มากที่สุด นั่นคือ ผู้พัฒนาต้องค้นหาข้อผิดพลาดจากทุกส่วนหรือทุกองค์ประกอบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะการทดสอบกับสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น เว็บเบราว์เซอร์ เซิร์ฟเวอร์ ระบบปฏิบัติการและอุปกรณ์สื่อสาร เป็นต้น เนื่องจากผู้พัฒนาไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ จึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันอย่างมาก

คุณลักษณะสำคัญของเว็บแอปพลิเคชันที่ต้องทำการทดสอบ มีดังนี้

2.4.4.1 ทดสอบเนื้อหา การทดสอบเนื้อหา หรือการทบทวนเนื้อหาที่จะนำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการค้นหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเนื้อหาทั้งหมด โดยผู้พัฒนาจะต้องตรวจสอบสิ่งต่างๆ ภายในเนื้อหา ดังนี้

1. พิสูจน์อักษร (พิมพ์ผิด สะกดคำผิด)
2. ตรวจสอบการใช้ไวยากรณ์
3. เนื้อหาที่อ้างอิงถึงไม่สอดคล้องกัน
4. ข้อผิดพลาดของการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ เสียง วิดีโอคลิปและภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น
5. ตรวจสอบเนื้อหาที่นำมาจากแหล่งข้อมูลอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาด้านลิขสิทธิ์
6. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลและข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง

2.4.4.2 ทดสอบอินเตอร์เฟซ เป็นการทดสอบการโต้ตอบระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้ไม่ว่าจะใช้เครื่องมือในการโต้ตอบรูปแบบใดก็ตาม รวมถึงการตรวจสอบความสอดคล้องและสวยงามของหน้าเว็บ ผู้พัฒนาจะค้นหาข้อผิดพลาดในการตอบสนองของเว็บแอปพลิเคชัน ความไม่สอดคล้องและความกำกวมของอินเตอร์เฟซ ที่อาจทำให้ผู้ใช้เข้าใจผิดได้ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ทดสอบกลไกการตอบสนองของเว็บ การตอบสนองของเว็บแอปพลิเคชันอาศัยกลไกหลายอย่างภายใต้อินเตอร์เฟซโต้ตอบหลายรูปแบบ ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงจำเป็นต้อง

ทดสอบกลไกดังกล่าว เพื่อค้นหาข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ได้แก่ ลิงค์ ฟอรัม ภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอนท์ การแสดงหน้าต่างแบบ Pop-up Window

2. ทดสอบความสามารถในการใช้งานของอินเทอร์เน็ตเฟส เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของอินเทอร์เน็ตเฟสเมื่อผู้ใช้งานใช้งาน โดยอินเทอร์เน็ตเฟสจะต้องสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งานให้ได้มากที่สุด (ดังนั้นการทดสอบในขั้นตอนนี้จึงต้องทดสอบโดยผู้ใช้งาน) โดยประสิทธิภาพ หรือ Usability ของเว็บ สามารถวัดได้จากคุณสมบัติหลายประการ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ (หรือโต้ตอบ) โดยอินเทอร์เน็ตเฟสที่ใช้โต้ตอบต่างๆ (เช่น Pull-down Menu หรือ ปุ่ม เป็นต้น) จะต้องสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย

2.2 โครงร่าง ได้แก่ เครื่องมือนำทางการเชื่อมโยง เนื้อหาและฟังก์ชันงานจะต้องจัดวางไว้ในตำแหน่งที่ผู้ใช้สังเกตเห็นได้ง่าย

2.3 ความสามารถในการอ่าน กล่าวคือ ข้อความและรูปภาพที่นำเสนอจะต้องอ่านและทำความเข้าใจได้ง่าย

2.4 สวยงามและน่าอ่าน ในแต่ละหน้าเว็บเพจจะต้องมีความสวยงามและน่าอ่าน ดูแล้วรู้สึกสบายตา

2.5 แสดงผลได้อย่างเหมาะสม ไม่ว่าผู้ใช้งานจะใช้จอคอมพิวเตอร์ขนาดใดหรือที่ระดับความละเอียดของการแสดงผลเท่าใด

2.6 ระยะเวลาในการตอบสนอง ทุกการกระทำของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจะต้องตอบสนองในระยะเวลาที่รวดเร็วได้อย่างเหมาะสมกับการกระทำนั้นๆ

2.7 ความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชันจะต้องสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้ทุกกลุ่มได้ แม้แต่ผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์การใช้งานมาเลย

2.4.4.3 ทดสอบความสามารถในการแสดงผลภายใต้สภาพแวดล้อมอื่น ผู้พัฒนาต้องทดสอบเว็บแอปพลิเคชันให้สามารถแสดงผลได้ภายใต้สภาพแวดล้อมการทำงานของเว็บที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นเว็บเบราว์เซอร์ ระบบปฏิบัติการ ความละเอียดของจอภาพแสดงผล ประเภทอุปกรณ์แสดงผล ตลอดจนความเร็วในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

2.4.4.4 ทดสอบการเชื่อมโยง ทิศทางการเยี่ยมชมข้อมูลในเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้นั้นย่อมแตกต่างกันออกไป แต่เว็บไซต์ที่ดีจะต้องสามารถเชื่อมโยงข้อมูลของเว็บได้ทั้งหมดจากทุกตำแหน่งที่ผู้ใช้ชมข้อมูล หรือกำลังใช้งานอยู่ แม้ว่าผู้พัฒนาจะสามารถคาดการณ์ทิศทางการเยี่ยมชมข้อมูลของผู้ใช้ได้หลายทิศทาง แต่ก็อาจมีบางเส้นทางการเชื่อมโยง หรือทิศทางการใช้งานของผู้ใช้ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลและสิ่งที่ผู้รับชมในขณะนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาในการทดสอบว่าทุกเส้นทางการเชื่อมโยงจะต้องใช้การได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดและเครื่องมือ

นำทางการเชื่อมโยงจะต้องใช้งานได้ โดยจะต้องเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลที่ต้องการ เชื่อมโยงภาพในเว็บไซต์เดียวกันและภายนอกเว็บไซต์

2.4.4.5 ทดสอบคอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ก จัดว่าเป็นการทดสอบระดับฟังก์ชัน หรือระดับหน่วย เป็นการทดสอบเพื่อค้นหาข้อผิดพลาดจากการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในโมดูลต่างๆ เช่นเดียวกับการทดสอบซอฟต์แวร์ทั่วไป ดังนั้น ผู้พัฒนาจึงสามารถใช้เทคนิคต่างๆ เช่น Black-box หรือ White-box testing ในการทดสอบซอฟต์แวร์ได้เช่นกัน

2.4.4.6 ทดสอบระบบรักษาความปลอดภัย ผู้พัฒนาจะต้องทดสอบว่าเว็บแอปพลิเคชันสามารถป้องกันการขโมยข้อมูลสำคัญของลูกค้า จากผู้ใช้ที่ไม่หวังดี หรือโปรแกรมสไปย ได้หรือไม่ นอกจากนี้เว็บแอปพลิเคชันที่ดีจะต้องสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ในโปรแกรมได้ด้วย

2.4.4.7 ทดสอบโครงแบบ เป็นการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน สามารถทำงานภายใต้ค่าคุณสมบัติที่ต่างกันของสภาพแวดล้อมชนิดเดียวกันได้ หรือไม่ เช่น หากผู้ใช้ใช้ระบบปฏิบัติการเดียวกันแต่คุณสมบัติบางอย่างต่างกัน มีโปรแกรม Plug-in แสดงภาพเคลื่อนไหวต่างกัน หรือชนิดเดียวกันแต่กำหนดคุณสมบัติต่างกันแล้ว เว็บแอปพลิเคชันจะสามารถแสดงและทำงานได้อย่างสมบูรณ์หรือไม่ (ซึ่งเป็นการทดสอบค่า Configuration ผังโคไลเอนท์) หรือซอร์สไฟล์เว็บแอปพลิเคชัน จะสามารถทำงานกับไฟล์วอลล์ที่กำหนดค่าคุณสมบัติต่างกันได้หรือไม่ (เป็นการทดสอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์) เป็นต้น

สำหรับกระบวนการและวิธีการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน จะมีลักษณะคล้ายกับการทดสอบแอปพลิเคชันและซอฟต์แวร์ทั่วไป กล่าวคือ เมื่อต้องเริ่มต้นทดสอบซอฟต์แวร์จะต้องมีการวางแผนการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์และสร้างกรณีทดสอบ สำหรับทุกคุณลักษณะสำคัญของซอฟต์แวร์ ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันก็เช่นเดียวกัน คือ ต้องมีการวางแผนการทดสอบและสร้างกรณีทดสอบ สำหรับทุกคุณลักษณะสำคัญของเว็บแอปพลิเคชันที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมา นอกจากนี้ ระดับการทดสอบของเว็บแอปพลิเคชัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับเช่นเดียวกับซอฟต์แวร์ทั่วไป ได้แก่ ระดับหน่วย ระดับรวมหน่วยและทดสอบทั้งระบบ ในที่นี้จึงสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันได้ ดังนี้

1. ทบทวนความต้องการของเจ้าของเว็บไซต์ กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์การใช้งานต่างๆ ของผู้ใช้กลุ่มสำคัญ
2. จัดลำดับวัตถุประสงค์และเป้าหมายการใช้งานของผู้ใช้จากข้อ 1 เพื่อทดสอบการใช้งานให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายเหล่านั้น
3. กำหนดกลยุทธ์และเทคนิคที่จะใช้ทดสอบ

4. จัดทำแผนการทดสอบ มีกิจกรรมย่อย คือ กำหนดตารางการทดสอบ กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ กำหนดเงื่อนไขในการยอมรับผลการทดสอบแต่ละระดับ ระบุขั้นตอนการติดตาม แก้ไขข้อผิดพลาดของเว็บ กำหนดรูปแบบรายงานผลการทดสอบและขั้นตอนการส่งรายงาน

5. ดำเนินการทดสอบในระดับหน่วย ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย คือ ทดสอบเนื้อหา และทดสอบอินเตอร์เฟซเฉพาะด้านความถูกต้อง ในการใช้งานอินเตอร์เฟซและทดสอบคอมพิวเตอร์

6. ดำเนินการทดสอบในระดับรวมหน่วย ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย คือ ทดสอบอินเตอร์เฟซในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากด้านความถูกต้องในการใช้งานอินเตอร์เฟซและทดสอบเส้นทางการเชื่อมโยง

7. ดำเนินการทดสอบ โครงแบบ

8. ดำเนินการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพของเว็บไซต์

9. ดำเนินการทดสอบระบบรักษาความปลอดภัย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทรงยศ แก้ววิจิตร (2547) ศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์เมลามีน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์เมลามีน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ ระบบงานคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนาเป็นระบบงานสารสนเทศเพื่อช่วยวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์เมลามีน โดยใช้เครื่องมือโครคอมพิวเตอร์เป็นแบบจำลองในการพัฒนาระบบ

นิทัศน์ อธิพิงษ์ (2544) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักการออกแบบเว็บเพจการศึกษาตามรูปแบบเว็บไซต์ยอดนิยมของไทย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักการออกแบบเว็บเพจการศึกษา โดยพิจารณาถึงคุณลักษณะของเว็บไซต์ยอดนิยมของไทย ผลการวิจัยพบว่าหลักการออกแบบเว็บเพจการศึกษาตามคุณลักษณะเว็บไซต์ยอดนิยม จะมีคุณลักษณะที่เหมือนกันคือ เน้นการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย มีเนื้อหาตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย มีความสวยงามในการออกแบบ สามารถตอบสนองและดาวน์โหลดได้รวดเร็ว มีการปรับปรุงเนื้อหา รวมทั้งรูปแบบให้ทันสมัยอยู่เสมอ นอกจากการให้ข้อมูลหรือเนื้อหาวิชาที่จะให้กับผู้เรียนซึ่งเป็นส่วนหลักแล้ว เว็บการศึกษา ควรจะให้บริการเสริมที่เป็นที่ต้องการ หรือเป็นสิ่งที่น่าสนใจเพิ่มเติมกับผู้เรียน

รอยล จิตรคอน, ณรงค์ศักดิ์ พิภพพรรณชาติ, อุษา ซาซึโย, อธิป ปี่ทอง และฐิติพร มี ประเสริฐ (2545) ศึกษาเรื่อง พัฒนาระบบฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ โครงการ พัฒนาระบบฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ เป็นโครงการเพื่อใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ของกองจัดการคุณภาพแหล่งน้ำ กรม ควบคุมมลพิษ ระบบนี้สามารถจัดการฐานข้อมูล จัดทำรายงาน บทสรุปในรูปแบบการแสดงผล ต่างๆ ในรูปแบบของ Web-based Interface รวมถึงใช้เทคโนโลยี GIS เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถจัดการและวิเคราะห์ เพื่อการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำได้อย่างมี ประสิทธิภาพ โครงการนี้ฝ่ายวิจัยและพัฒนาสาขาคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงรับเป็นที่ปรึกษาและ จัดทำระบบให้กับกองจัดการคุณภาพแหล่งน้ำกรมควบคุมมลพิษ

สถิตย์ ประสมพันธ์ (2547) ศึกษาเรื่อง การออกแบบกฎการแปลงยูเอ็มแอลคลาส โคอะแกรมเป็นสคีมาฐานข้อมูลเชิงวัตถุ กระบวนการทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในปัจจุบันพบว่า ได้นำเอาระเบียบวิธีและเครื่องมือต่างๆ เข้ามาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในระหว่างการพัฒนา ซอฟต์แวร์เป็นจำนวนมาก แต่เครื่องมือที่นำมาช่วยในการอำนวยความสะดวกสำหรับการพัฒนาใน ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุมีจำนวนน้อยและยังไม่มีการพัฒนาทฤษฎีต่าง ๆ ที่ช่วยในการออกแบบ สำหรับฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ทั้งที่ในความเป็นจริงระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสามารถออกแบบได้โดย การใช้คลาสโคอะแกรม ซึ่งให้ผลลัพธ์การทำงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่า โดยสามารถระบุถึง คุณลักษณะประจำต่างๆ ของวัตถุเมทอด รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมซอฟต์แวร์และการบำบัดน้ำเสีย
2. วางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
3. วิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน
4. พัฒนาและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาใช้

3.2.1.1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์

- หน่วยประมวลผล Intel Core Duo
- หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 512 Megabyte ขึ้นไป
- ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 160 Gigabyte
- จอภาพขนาด 15 นิ้ว
- เม้าส์ และแป้นพิมพ์

3.2.1.2 เครื่องไคลเอนต์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ ระดับ Pentium III
- หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 128 Megabyte ขึ้นไป
- ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 20 Gigabyte
- จอภาพขนาด 15 นิ้ว
- เม้าส์ และแป้นพิมพ์

3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้

3.2.2.1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP
- ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 80 Gigabyte
- Appserv หรือ Apache สำหรับการเขียน PHP
- MySQL สำหรับการทำ ฐานข้อมูล

3.2.2.2 เครื่องไคลเอนต์

- ระบบปฏิบัติการ Windows XP
- เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer 6.0

3.3 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย สรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. ศึกษาข้อมูล											
2. วางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน											
3. วิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน											
4. พัฒนาและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน											
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ											
6. เรียบเรียงงานค้นคว้าอิสระ											

3.4 สรุป

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ขั้นตอนการวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน ขั้นตอนการพัฒนาและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน และขั้นตอนการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering) สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสีย เนื้อหาของบทนี้กล่าวถึง การศึกษาข้อมูล การวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชันและการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

4.1 การศึกษาข้อมูล

ศึกษาเนื้อหาเรื่องแนวทางการบำบัดน้ำเสีย โดยมีรายละเอียดดังนี้

น้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตมนุษย์ นอกเหนือจากการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันแล้ว แต่ในปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเกิดมลพิษทางน้ำ ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น

ปัญหาของทรัพยากรน้ำเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ ปัญหาการมีน้ำน้อยเกินไป เกิดการขาดแคลนอันเป็นผลเนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่าทำให้ปริมาณน้ำฝนน้อยลง ปัญหาการมีน้ำมากเกินไป เป็นผลมาจากการตัดไม้มากเกินไปทำให้เกิดน้ำท่วมไหลบ่าในฤดูฝน ปัญหาน้ำเสียเป็นปัญหาใหม่ในปัจจุบัน สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสีย ได้แก่ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำฝนพัดพาเอาสารพิษที่ตกค้างจากแหล่งเกษตรกรรมลงสู่แม่น้ำลำคลอง

ผลกระทบของมลพิษน้ำ ทำให้รสและกลิ่นของน้ำเปลี่ยนไปทำให้ผู้บริโภคได้รับความเดือดร้อน มีการปนเปื้อนเชื้อโรคเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรค ไข้รากสาด บิด ตับอักเสบ ไช้สันหลังอักเสบ มีผลกระทบของวัตถุพิษจากการผ่านห่วงโซ่อาหารทำให้เกิดอาการที่เฉียบพลัน หรืออาการเรื้อรังของร่างกาย นอกจากนี้จะมีการสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตหากได้รับติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ ได้แก่ การดื่มน้ำที่มีมลพิษโดยตรง การบริโภคปลาหรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำซึ่งมีวัตถุพิษสะสมอยู่ การบริโภคผลิตภัณฑ์จากการเกษตรซึ่งมีวัตถุพิษสะสมอยู่โดยทางน้ำที่ไ้รด หรือจากดินที่มีมลพิษ

น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 หมายถึง ของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

ลักษณะน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ ของแข็ง กลิ่น อุณหภูมิ สีและความขุ่น ลักษณะน้ำเสียทางเคมี ได้แก่ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย รา สาหร่าย โปรโตซัวและไวรัส

แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ แหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน ได้แก่ แหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และแหล่งที่ไม่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน ได้แก่ การเกษตร

น้ำเสียจากชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนที่พักอาศัย และย่านพาณิชยกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิตประจำวันของประชากร น้ำเสียนี้มีสกปรกในรูปของสารอินทรีย์สูง

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิตจนถึงการทำความสะอาดโรงงาน รวมทั้งน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัดหรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม องค์ประกอบของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำทิ้ง ประเภทและขนาดของโรงงาน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมนับว่ามีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากชุมชน

น้ำเสียจากเกษตรกรรม ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากการเพาะปลูกจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมและสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง ส่วนน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

ความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสีย การรวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือน แหล่งพาณิชยกรรม อุตสาหกรรมและสถาบัน เข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบต่างๆ เพื่อกำจัดมลสารที่อยู่ในน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้นและไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือบางส่วนยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรมและอื่นๆ

การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำเสีย ระดับการบำบัดน้ำเสียที่ต้องการ สภาพทั่วไปของท้องถิ่น ค่าลงทุนก่อสร้าง ค่าดำเนินการดูแล บำรุงรักษา และขนาดของที่ดินที่ใช้ในการ ก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียที่เลือกมีความเหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

การบำบัดน้ำเสีย สามารถแบ่งได้แก่ การบำบัดขั้นต้นเป็นการบำบัดเพื่อแยกทราຍ กรวดและของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลว หรือน้ำเสีย โดยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ ตะแกรงละเอียด ถังคัดกรวดทราย ถังตกตะกอนเบื้องต้นและเครื่อง

กำจัดไขฝัว การบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ อาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอนทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ การบำบัดขั้นสูงเป็นกระบวนการกำจัดสารอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซี สารแขวนลอยที่ตกตะกอนยากเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์ หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษและเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอกจากนี้การลดปริมาณของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้ง หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดจ์ประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่ การทำชัน การทำให้สลัดจ์คงตัว การปรับสภาพสลัดจ์ การรีค่น้ำ

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็นและมีปริมาณลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การฝังกลบ การหมักทำปุ๋ย การเผา

การอนุรักษ์น้ำ ได้แก่ การใช้น้ำอย่างประหยัด การสงวนน้ำไว้ใช้ในบางฤดูควรมีการเก็บน้ำไว้ใช้ การพัฒนาแหล่งน้ำในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ การป้องกันน้ำเสียการไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูลและสารพิษลงในแหล่งน้ำ หรือทางระบายน้ำสาธารณะ บำบัดน้ำเสียขั้นต้น ก่อนระบายลงแหล่งน้ำหรือท่อระบายน้ำการนำน้ำเสียกลับไปใช้น้ำที่ไม่สามารถใช้ได้ในกิจการอย่างหนึ่งอาจใช้ได้ในการกิจการหนึ่ง สร้างจิตสำนึกของประชาชนในตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาคุณภาพแหล่งน้ำและประหยัดการใช้น้ำ เท่าที่จำเป็น

นอกเหนือหา แล้ว มีส่วนของการคำนวณค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

4.2 การวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

การวางแผนโครงการเว็บแอปพลิเคชัน โดยเริ่มจากข้อกำหนดทางเทคนิค ของตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ไคลเอ็นท์และซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ ดังนี้

1. เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ประกอบด้วย หน่วยประมวลผล Intel Core Duo หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 512 Megabyte ขึ้นไป ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 160 Gigabyte จอภาพขนาด 15 นิ้ว เมสท์ และเป็นพิมพ์
2. เครื่องไคลเอ็นท์ เบื้องต้น ไม่สามารถกำหนดได้ อย่างน้อยควรมีเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับ Pentium III หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 128 Megabyte ขึ้นไป ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 20 Gigabyte จอภาพขนาด 15 นิ้วเมสท์ และเป็นพิมพ์
3. ซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ ได้แก่ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 80 Gigabyte โดยใช้ Appserv หรือ Apache สำหรับการเขียน PHP และใช้ MySQL สำหรับการทำฐานข้อมูล สำหรับเครื่องไคลเอ็นท์ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP และใช้เว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer 6.0

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะเวลาดำเนินโครงการ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ศึกษาข้อมูล วางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน วิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน พัฒนาและทดสอบเว็บแอปพลิเคชันใช้เวลาในการพัฒนาโดยประมาณ 10 เดือน

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะเวลาดำเนินการโครงการ

ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. ศึกษาข้อมูล											
2. วางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน											
3. วิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน											
4. พัฒนาและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน											

การทดสอบและการประกันคุณภาพ เพื่อค้นหาข้อผิดพลาดของเว็บแอปพลิเคชัน โดย ออกแบบกรณีทดสอบ ผ่านขั้นตอนการทดสอบแบบกล่องดำ ว่าได้ผลลัพธ์ตามที่ควรจะเป็นหรือไม่ เพื่อมั่นใจได้ว่าเว็บแอปพลิเคชันอยู่ในระดับที่พอใจของผู้ใช้งาน

4.3 การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชัน

4.3.1 การกำหนดความต้องการ

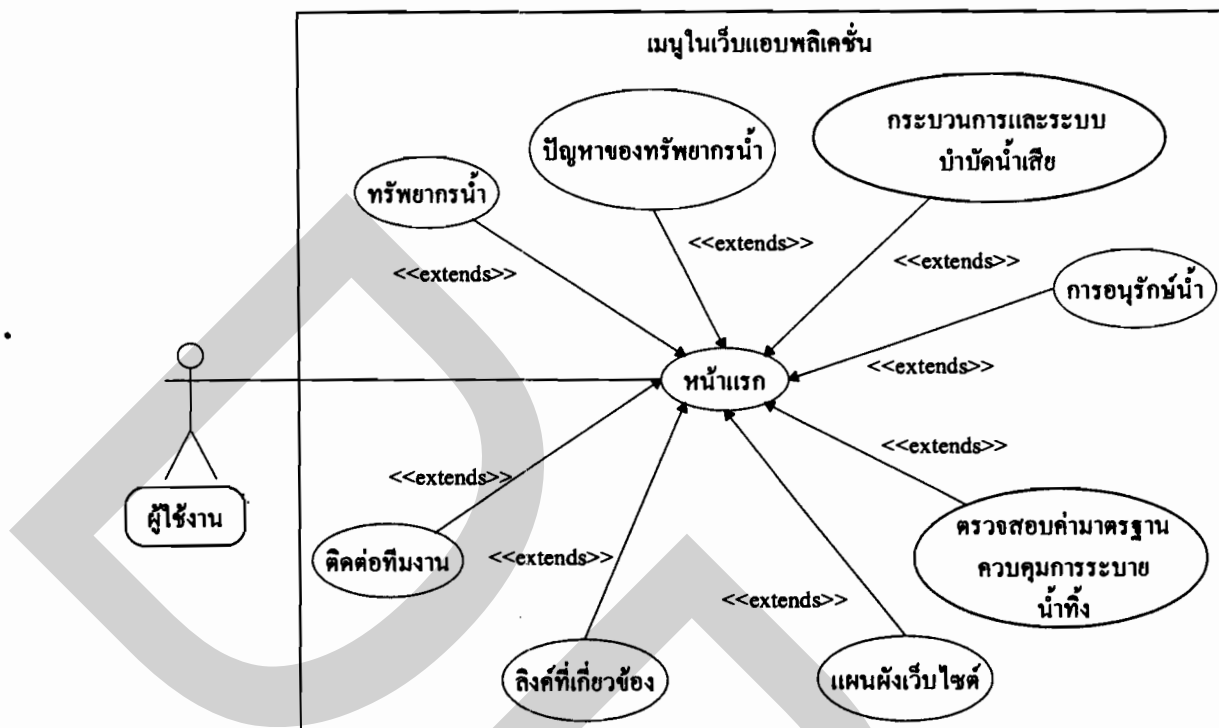
รวบรวมความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ผู้ใช้งานต้องการเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสียในเบื้องต้น สามารถนำเสนอข้อมูล ทรัพยากรน้ำ ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ปัญหาของ ทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้ง ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้โดยไม่จำกัดสิทธิ์การเข้าใช้งาน มีระยะเวลาในการ ตอบสนองเร็ว มีข้อมูลที่ทันสมัย มีความสวยงาม ข้อมูลไม่อัปเดต แต่ละหน้าสามารถเชื่อมโยงหา กันได้ โดยไม่ต้องเสียเวลาในการย้อนกลับไปหน้าที่ผ่านมา โดยเมื่อผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเว็บ แอปพลิเคชันสามารถเปรียบเทียบค่าที่ผู้ใช้งานระบุกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งของ ที่ดินจัดสรร อาคารบางประเภทและโรงงานอุตสาหกรรมได้ โดยสามารถแจ้งผลได้ว่าค่าน้ำทิ้งที่ ผู้ใช้งานระบุผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งค่าน้ำทิ้งที่ผู้ใช้งานระบุเพื่อตรวจสอบน้ำเสียที่ต้องการ ระบายน้ำทิ้งเทียบกับค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ต้องระบุได้แค่เพียงตัวเลขเท่านั้น ต้อง ไม่เป็นค่าติดลบและค่าความเป็นกรดค่าที่ระบุ สามารถระบุค่าได้แค่ 1 - 14 เท่านั้น

4.3.2 การวิเคราะห์ความต้องการ

4.3.2.1 การวิเคราะห์เนื้อหาของเว็บ

เว็บแอปพลิเคชันนี้นำเสนอความรู้ในเรื่องการบำบัดน้ำเสีย สำหรับเนื้อหาที่จะ นำเสนอนั้นสามารถแสดงเป็นยูสเคสไดอะแกรม แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แบบจำลองยูสเคสโคอะแกรม แสดงเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 4.1 แบบจำลองยูสเคสโคอะแกรมแสดงเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้โดยไม่จำกัดสิทธิการใช้งาน โดยเนื้อหาของภายในเว็บแอปพลิเคชันแบ่งออกเป็น

1. ทรัพยากรน้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น
 - 1.1 ทรัพยากรน้ำ เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ วัฏจักรการหมุนเวียนของน้ำ
 - 1.2 มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ คุณภาพน้ำ วัตถุประสงค์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ หลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ วัตถุประสงค์ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ เป้าหมายในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประโยชน์ของน้ำ
 - 1.3 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร
 - 1.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด การแบ่งประเภทของอาคาร

1.5 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
 เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

2. ปัญหาของทรัพยากรน้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น

2.1 ปัญหาของทรัพยากรน้ำ เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ปัญหาสำคัญๆ ของ
 ทรัพยากรน้ำ แหล่งกำเนิดน้ำเสีย

2.2 ลักษณะน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ปัญหาลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ
 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี ลักษณะน้ำเสียทางชีวภาพ

2.3 ประเภทของน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ประเภทของน้ำเสียจากชุมชน
 น้ำเสียจากอุตสาหกรรม น้ำเสียจากเกษตรกรรม ลักษณะน้ำเสีย

2.4 ผลกระทบของน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ผลกระทบของน้ำเสียต่อ
 สุขภาพและสังคม

3. กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น

3.1 กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ความสำคัญ
 ของระบบบำบัดน้ำเสีย รวบรวมน้ำเสีย การบำบัดน้ำเสีย

3.2 กรรมวิธีในการบำบัดน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ขั้นตอนในการบำบัดน้ำ
 เสีย การบำบัดทางตะกอน การกำจัดกากตะกอน

3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ระบบบำบัดน้ำเสีย
 ขนาดเล็ก ได้แก่ บ่อเกราะ บ่อกรองไร้อากาศ บ่อดักไขมัน

3.4 ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ระบบบำบัดน้ำเสีย
 ขนาดใหญ่ ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน การบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน

4. การอนุรักษ์น้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น

4.1 การอนุรักษ์น้ำ เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ การอนุรักษ์น้ำ

4.2 หลักการป้องกัน เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ เราสามารถมีส่วนร่วมในการรักษา
 สภาพที่ดีของแหล่งน้ำ

4.3 ใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าลดปัญหา เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ แนวทางปฏิบัติในการ
 ประหยัดและใช้น้ำอย่างรู้ค่า จำแนกตามประเภทของกิจกรรมต่างๆ

4.4 แนวทางการลดปริมาณน้ำเสีย เนื้อหาให้ความรู้เกี่ยวกับ ประชาชนจะมีส่วน
 ร่วมในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ

5. ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น

5.1 สามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่คินจัดสรร

5.2 สามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

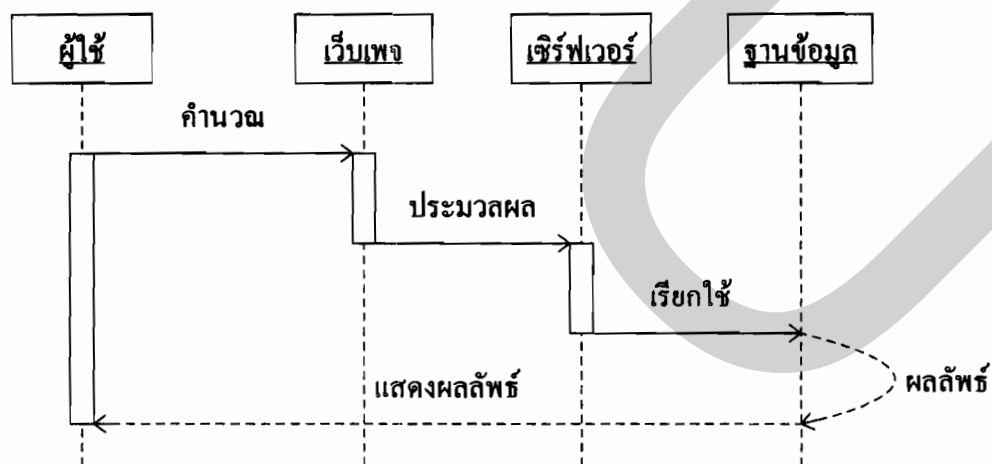
5.2 สามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

4.3.2.2 การวิเคราะห์การโต้ตอบ

การโต้ตอบระหว่างเว็บแอปพลิเคชันและผู้ใช้งาน จะมีการกำหนดเส้นทางการเชื่อมโยงด้วยการใช้เมื่อนำทางของเว็บแอปพลิเคชัน

1. เมื่อผู้ใช้งานเรียกดูข้อมูลที่อยู่ในหน้าเว็บเพจโดยผ่านโปรโตคอล HTTP หน้าเว็บเพจจะทำการเรียกข้อมูลที่อยู่ในเซิร์ฟเวอร์และแสดงผลของข้อมูลให้ผู้ใช้ในลักษณะของ HTML

2. เมื่อผู้ใช้ต้องการตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ผู้ใช้งานจะต้องระบุค่าน้ำทิ้งในฟอร์ม จากนั้นจะมีการรับค่าจากฟอร์มมาประมวลผลที่เซิร์ฟเวอร์ โดยเซิร์ฟเวอร์จะเรียกใช้ฐานข้อมูล ที่เก็บค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง มาเทียบกับค่าที่ผู้ใช้งานระบุในฟอร์ม และแสดงผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้ผ่านหน้าเว็บเพจ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แบบจำลองซีควเอนซ์ไดอะแกรมแสดงการโต้ตอบระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งาน

ภาพที่ 4.2 แบบจำลองซีเควนต์ไออะแกรมแสดงการโต้ตอบระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งในฟอร์ม จากนั้นจะมีการรับค่าจากฟอร์มมาประมวลผลที่เซิร์ฟเวอร์ โดยเซิร์ฟเวอร์จะเรียกใช้ฐานข้อมูลที่เก็บค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง มาเทียบกับค่าที่ผู้ใช้งานระบุในฟอร์มและแสดงผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้ผ่านหน้าเว็บเพจ

4.3.2.3 การวิเคราะห์ฟังก์ชันงาน

ฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชันนี้จะมีการนำเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสียตามที่ได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาเป็นแบบจำลองยูสเคสไออะแกรม ดังภาพที่ 4.1 โดยผู้ใช้งานสามารถระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อตรวจสอบน้ำเสียที่ต้องการระบายน้ำทิ้งเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม โดยจะดึงข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่าที่ระบุ จากนั้นแสดงผลจากการเปรียบเทียบว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด หรือไม่ โดยเมื่อผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้ง

1. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเป็นตัวอักษร เว็บแอปพลิเคชันสามารถแจ้งผู้ใช้งานให้ระบุค่าได้แต่เพียงตัวเลขเท่านั้น
2. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเป็นค่าติดลบ เว็บแอปพลิเคชันสามารถแจ้งผู้ใช้งานให้ระบุค่าที่เป็นตัวเลขต้องไม่เป็นค่าติดลบ
3. ผู้ใช้งานระบุค่าค่าความเป็นกรดค่า เพื่อตรวจสอบน้ำเสียที่ต้องการระบายน้ำทิ้งเกินการช่วงที่กำหนด เว็บแอปพลิเคชันสามารถแจ้งผู้ใช้งานให้ระบุค่าความเป็นกรดค่าได้แค่ 1 -14 เท่านั้น

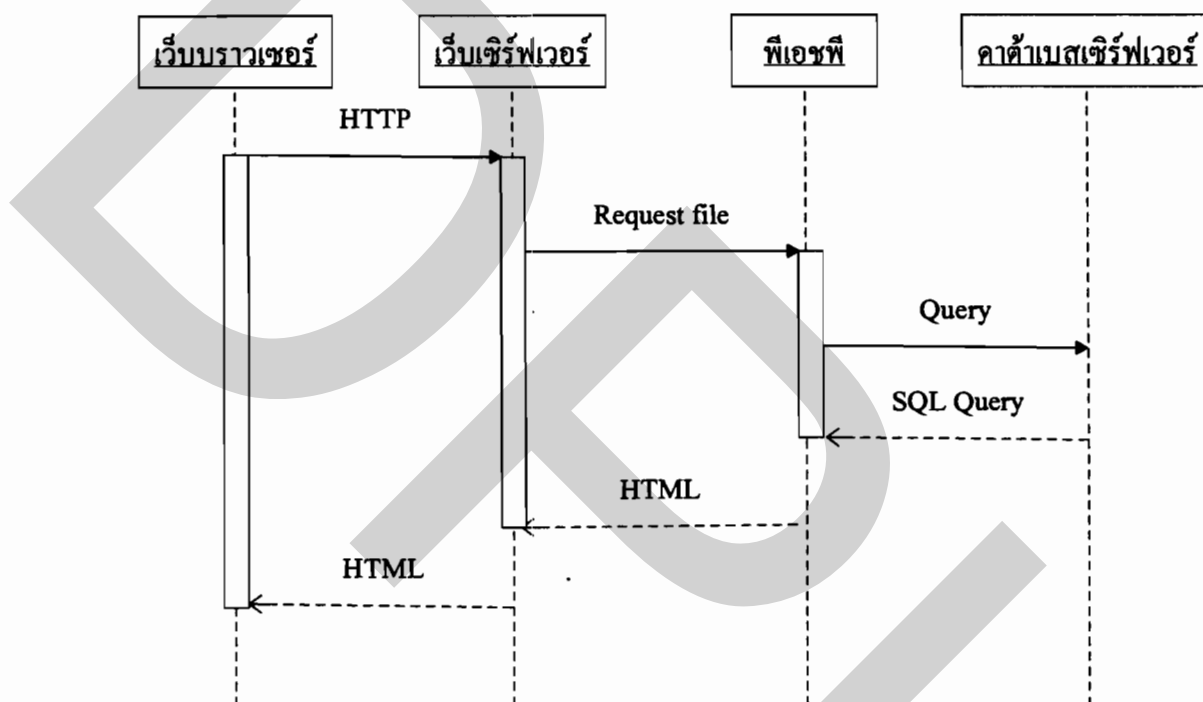
4.3.2.4 การวิเคราะห์โครงสร้าง

การวิเคราะห์โครงสร้างกำหนดสภาพแวดล้อมหรือ โครงสร้างของระบบเครือข่ายที่จะใช้จัดเก็บเว็บแอปพลิเคชัน อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ประกอบด้วย หน่วยประมวลผล Intel Core Duo หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 512 Megabyte ขึ้นไป ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 160 Gigabyte โดยซอฟต์แวร์ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่นำมาใช้ ได้แก่ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 80 Gigabyte โดยใช้ Appserv หรือ Apache สำหรับการเขียน PHP และใช้ MySQL สำหรับการทำฐานข้อมูล

สำหรับคุณสมบัติด้านฮาร์ดแวร์และระบบปฏิบัติการของเครื่องไคลเอนต์ เบื้องต้นไม่สามารถกำหนดได้ อย่างน้อยควรมีเครื่องคอมพิวเตอร์ ระดับ Pentium III หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 128 Megabyte ขึ้นไป ความจุของฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 20 Gigabyte โดยซอฟต์แวร์เครื่อง

โคลนเอ็นด์ที่จะนำมาใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP และเว็บเบราว์เซอร์ Internet Explorer 6.0 เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้จะสามารถเข้าชมเว็บแอปพลิเคชันได้

โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเครื่องโคลนเอ็นด์ติดผ่านเว็บเบราว์เซอร์มายังเว็บเซิร์ฟเวอร์ การทำงานของเว็บเซิร์ฟเวอร์ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แบบจำลองซีเควนต์ไคอะแกรมแสดงการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันแบบ Server Side

ภาพที่ 4.3 แบบจำลองซีเควนต์ไคอะแกรมแสดงการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันแบบ Server Side อธิบายกระบวนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันที่มีการติดต่อกับฐานข้อมูลได้ดังนี้

1. เว็บเบราว์เซอร์ทำการร้องขอเว็บเพจด้วยโปรโตคอล HTTP ไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์
2. เมื่อเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้รับการร้องขอ จะทำการเรียกไฟล์ที่ถูกร้องขอ ส่งต่อไปกับ PHP Engine เพื่อทำการประมวลผล
3. ในกรณีที่สคริปต์มีคำสั่งให้ทำการติดต่อฐานข้อมูลและมีการทำคิวรี เพื่ออ่านหรือประมวลผลฐานข้อมูล PHP Engine ก็จะทำการติดต่อและส่งคิวรีไปยังคำดาเบสเซิร์ฟเวอร์ (MySQL Server)
4. คำดาเบสเซิร์ฟเวอร์จะส่งผลลัพธ์ของคิวรีกลับไปให้ PHP Engine

5. หลังจาก PHP Engine นำข้อมูลที่ได้รับจากคีย์เบสเซิร์ฟเวอร์มาประมวลผลแล้ว จะทำการสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบของ HTML แล้วส่งให้แก่เว็บเซิร์ฟเวอร์
6. เว็บเซิร์ฟเวอร์จะส่งผลลัพธ์ในรูปแบบ HTML กลับไปยังเว็บเบราว์เซอร์เพื่อแสดงผล

4.4 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

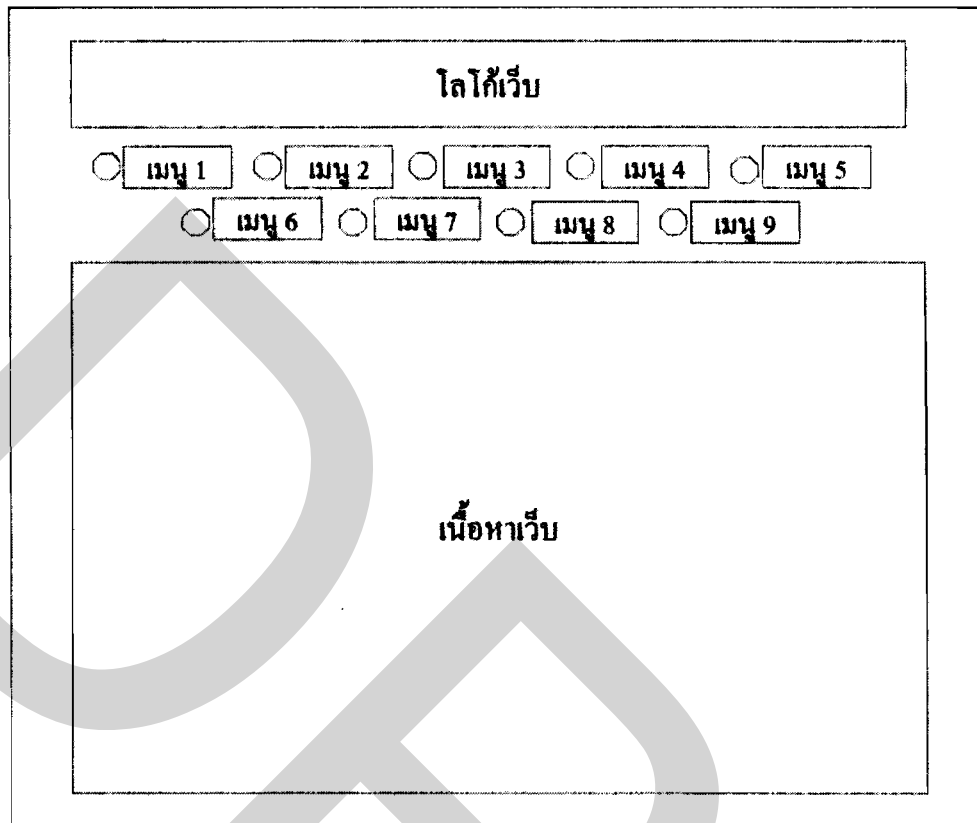
การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันให้ นำเสนอเนื้อหา ดูเรียบง่าย ใช้ตัวอักษรแบบเดียวกัน ในทุกเพจ ออกแบบเนื้อหาที่นำเสนอบนเว็บแอปพลิเคชัน เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ ปัญหาของ ทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้ง ในแต่ละเพจของเว็บแอปพลิเคชันมีเมนูแสดง สามารถเชื่อมโยงไปในแต่ละเพจภายใน เว็บแอปพลิเคชันได้

การตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ออกแบบให้ผู้ใช้งานระบุค่าผ่าน ฟормเพื่อใช้ การเปรียบเทียบข้อมูลที่ดึงมาจากฐานข้อมูล การออกแบบอินเตอร์เฟซในลักษณะให้ ผู้ใช้งานมีการระบุค่าผ่านฟอร์ม โดยในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันจะเป็นการทบทวนความ ต้องการของผู้ใช้งานให้ถูกต้องก่อนทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สามารถที่จะประเมินและ ตรวจสอบได้โดยสิ่งที่ต้องออกแบบ มีดังนี้

4.4.1 การออกแบบอินเตอร์เฟซ

การออกแบบส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเว็บแอปพลิเคชัน จะมีการออกแบบเพื่อให้ ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1.1 การออกแบบอินเตอร์เฟซการนำเสนอเนื้อหา การออกแบบอินเตอร์เฟซ เพจที่มี การนำเสนอเนื้อหา โดยนำข้อมูลที่จากการวิเคราะห์เนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชันที่เป็นยูสเคส ไดอะแกรมจากภาพที่ 4.1 โดยมีเมนู 9 เมนู ได้แก่ หน้าหลัก ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากร น้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบาย น้ำทิ้ง ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง แผนผังเว็บไซต์และติดต่อทีมงาน แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การออกแบบอินเตอร์เฟซ แสดงเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน

4.4.1.2 การออกแบบอินเตอร์เฟซส่วนนำเข้าสู่ข้อมูล การออกแบบอินเตอร์เฟซอินพุต โดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ในการออกแบบ ได้แก่ ฟิลด์ข้อความ (Text Box) ระเบิดทอน (Radio Button) และปุ่มกด (Command Buttons) แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5 การออกแบบอินเตอร์เฟซอินพุต โดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ในการออกแบบ

4.4.1.3 การออกแบบอินเตอร์เฟซส่วนแสดงผลข้อมูล เป็นเพจที่ใช้แสดงผลจากค่าที่ผู้ใช้งานระบุค่าผ่านทางตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยมีการแสดงผลลัพท์ ดังนี้

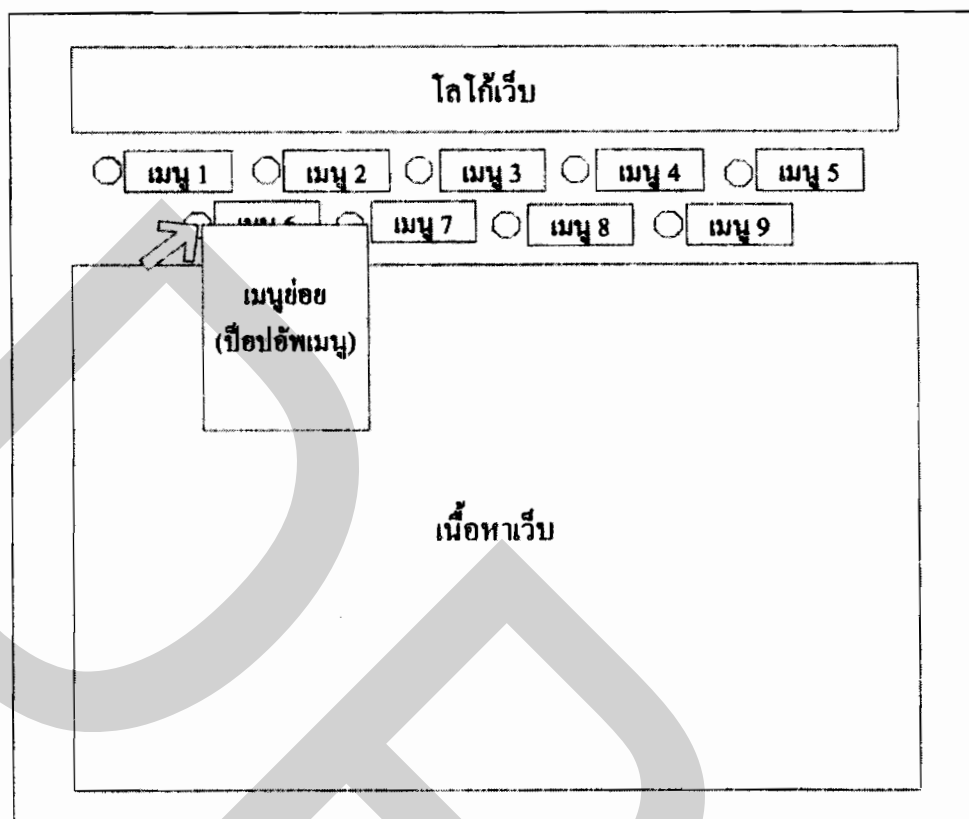
1. ค่าที่ผู้ใช้งานระบุผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แสดงข้อความ “ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด” ใช้ตัวอักษรหนา สีน้ำเงิน
2. ค่าที่ผู้ใช้งานระบุไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด แสดงข้อความ “ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด” ใช้ตัวอักษรตัวหนาสีแดง
3. ค่าที่ผู้ใช้งานระบุค่าที่เป็นค่าติดลบ แสดงข้อความ “โปรดระบุค่าใหม่อีกครั้ง ค่าต้องไม่เป็นค่าติดลบ” ใช้ตัวอักษรสีดำ
4. ค่าที่ผู้ใช้งานระบุเกินจากขอบเขตที่กำหนด แสดงข้อความ “โปรดระบุค่าใหม่อีกครั้ง” ใช้ตัวอักษรสีดำ

5. ผู้ใช้งานไม่ได้ระบุ แสดงข้อความ “ไม่ได้ระบุ หรือระบุค่าไม่ถูกต้อง” ใช้ตัวอักษรสีดำ

4.4.2 การออกแบบกราฟฟิก

การออกแบบกราฟฟิก มีการออกแบบให้เว็บแอปพลิเคชันมีความสวยงามดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้งาน โดยเนื้อหาของเว็บไซต์ส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวอักษรที่ใช้แสดงเนื้อหา ใช้เป็นสีดำ
2. พื้นหลังเป็นสีเหลืองอ่อนสีเขียว เนื่องจากเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียเพื่อช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมการออกแบบนำเสนอเน้นการใช้สีเขียว ทำให้ผู้ใช้งานที่เข้าใช้งานครั้งแรก ทราบได้เว็บแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม
3. เมื่อนำเสนอข้อมูล ใช้อักษรตัวหนา “สีเขียว” เมื่อเอาเมาส์วางเหนือเมนูอักษรเปลี่ยนเป็น “สีม่วง” เมื่อคลิกเมาส์แต่ละเมนูจะสามารถเชื่อมโยงไปยังเพจต่างๆ ภายในเว็บแอปพลิเคชัน
4. ไอคอนวางหน้าเมนูข้อความ (○) เมื่อเอาเมาส์วางเหนือไอคอน แสดงเมนูย่อยเป็นป๊อปอัพเมนู โดยผู้ใช้งานสามารถคลิกเมาส์แต่ละเมนูจะสามารถเชื่อมโยงไปยังเพจต่างๆ ภายในเว็บแอปพลิเคชัน แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผู้ใช้งานเลื่อนเมาส์มาวางเหนือไอคอน แสดงเมนูย่อยเป็นป๊อปอัพเมนู (Pop Up Menu)

5. ออกแบบให้เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าที่เป็นตัวอักษร เว็บแอปพลิเคชันจะแจ้งผู้ใช้งานให้ระบุค่าใหม่ โดยให้ระบุค่าเป็นตัวเลขเท่านั้น โดยใช้ป๊อปอัพเมจแสดงแจ้งเตือนผู้ใช้งาน

เมื่อผู้ใช้งานระบุค่าที่เป็นตัวอักษร เว็บแอปพลิเคชันแสดงป๊อปอัพเมจแสดงแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานระบุค่าใหม่ โดยให้ระบุค่าเป็นตัวเลขเท่านั้น แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.7

ภาพที่ 4.7 ผู้ใช้งานมีการระบุค่าที่เป็นตัวอักษร แสดงป๊อปอัพเมสเสจ (Pop Up Message)

4.4.3 การออกแบบเนื้อหา

นำแบบจำลองยูสเคสไดอะแกรมภาพที่ 4.1 ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน มาออกแบบเนื้อหาของเว็บแอปพลิเคชัน กำหนดรูปแบบในการนำเสนอด้วยข้อความ ตัวอักษร รูปภาพ ในการนำเสนอ โดยออกแบบเนื้อหาของภายในเว็บแอปพลิเคชันแบ่งออกเป็น

1. ทรัพยากรน้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น ทรัพยากรน้ำ มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

2. ปัญหาของทรัพยากรน้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น ปัญหาของทรัพยากรน้ำ ลักษณะน้ำเสีย ประเภทของน้ำเสีย ผลกระทบของน้ำเสีย

3. กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย กรรมวิธีในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่

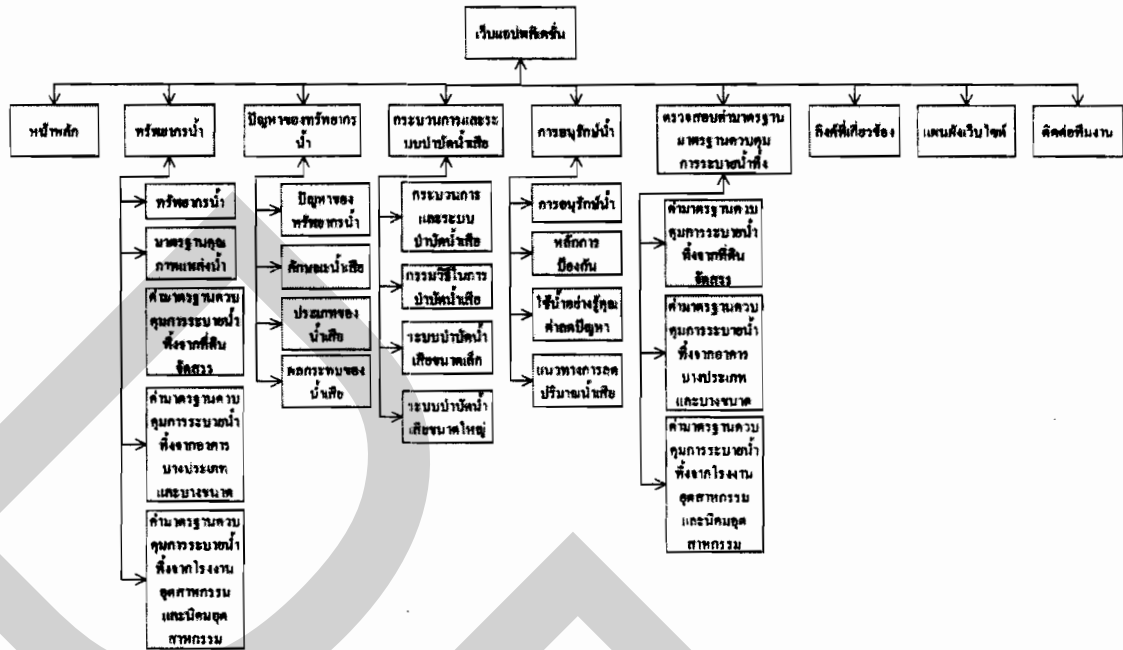
4. การอนุรักษ์น้ำ มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น การอนุรักษ์น้ำ หลักการป้องกัน ใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าลดปัญหา แนวทางการลดปริมาณน้ำเสีย

5. ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น การตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร การตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด การตรวจสอบค่ามาตรฐานสูงสุดตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

4.4.4 การออกแบบสถาปัตยกรรม

การออกแบบสถาปัตยกรรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สถาปัตยกรรมเนื้อหาและสถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชัน

4.4.4.1 สถาปัตยกรรมเนื้อหา จะเป็นโครงสร้างแบบลำดับชั้น มีการแบ่งหัวข้ออย่างชัดเจนสามารถกลับไปยังหน้าหลัก หรือหัวข้อที่ต้องการได้ จะแบ่งออกเป็น 9 ส่วนจากเว็บแอปพลิเคชัน ได้แก่ หน้าหลัก ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง สิ่งที่เกี่ยวข้อง แผนผังเว็บไซต์และติดต่อทีมงาน โดยแต่ละเพจสามารถเชื่อมโยงถึงกันด้วยเมนูที่มีอยู่ในหน้านั้นๆ แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 4.8

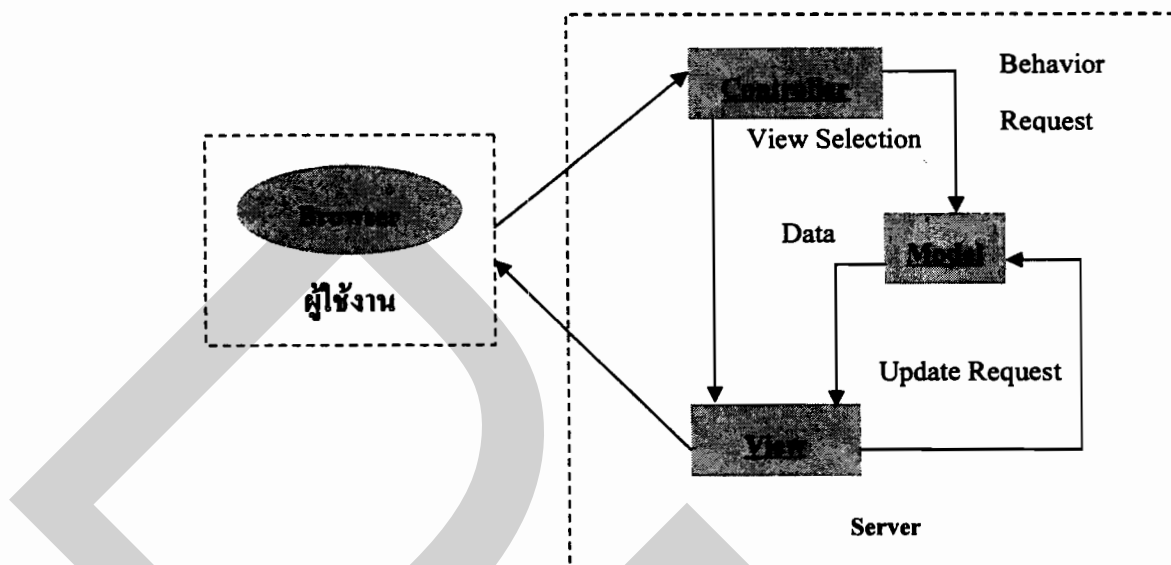


ภาพที่ 4.8 แสดงสถาปัตยกรรมเนื้อหาแบบลำดับชั้น

4.4.4.2 สถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชัน ออกแบบในลักษณะของเว็บเบส

ภาพที่ 4.9 แสดงสถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันตามหลัก MVC โดยโครงสร้างแบ่งออกเป็น 3 เลเยอร์

1. Controller ใช้ในการควบคุมการทำงานของเลเยอร์ โมเดลและเลเยอร์มุมมอง เนื่องจากเลเยอร์มุมมองและเลเยอร์ โมเดลไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลระหว่างกันเองได้จำเป็นต้องทำผ่านเลเยอร์ควบคุม
2. Model โมเดลในส่วนนี้จะทำหน้าที่เก็บข้อมูล การทำงานและฟังก์ชันต่างๆ ที่รวบรวมการคำนวณไว้
3. View มุมมองจะแสดงในส่วนของอินเตอร์เฟซติดต่อกับผู้ใช้งานผ่าน Browser



ภาพที่ 4.9 แสดงสถาปัตยกรรมของเว็บแอปพลิเคชันตามหลัก MVC

4.4.5 การออกแบบการเชื่อมโยง

การออกแบบการเชื่อมโยงจะสอดคล้องกับการออกแบบสถาปัตยกรรมเนื้อหา เนื่องจากเป็นเส้นทางในการเชื่อมโยงเข้าถึงเนื้อหาภายในเนื้อหาต่างๆ โดยเมนูเชื่อมโยงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

4.4.5.1 เมนูเชื่อมโยงแนวนอน มี 9 เมนูหลัก ได้แก่ หน้าหลัก ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง แผนผังเว็บไซต์และติดต่อทีมงาน

4.4.5.2 เมนูเชื่อมโยงแนวตั้ง เมื่อเอาเมาส์วางเหนือไอคอน จะแสดงเมนูย่อยเป็นป๊อปอัพเมนู โดยแบ่งออกเป็น

1. เมนูทรัพยากรน้ำ มี 5 เมนูย่อย ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม

2. เมนูปัญหาของทรัพยากรน้ำมี 4 เมนูย่อย ได้แก่ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ ลักษณะน้ำเสีย ประเภทของน้ำเสีย ผลกระทบของน้ำเสีย

3. กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสียมี 4 เมนูย่อย ได้แก่ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย กรรมวิธีในการบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่

4. การอนุรักษ์น้ำมี 4 เมนูย่อย ได้แก่ การอนุรักษ์น้ำ หลักการป้องกันใช้น้ำอย่างรู้คุณค่าลดปัญหา แนวทางการลดปริมาณน้ำเสีย

5. ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งมี 3 เมนูย่อย ได้แก่ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานและนิคมอุตสาหกรรม

4.4.6 การออกแบบคอมโพเนนท์

เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย ออกแบบฟังก์ชันการตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง เพื่อตรวจสอบค่าน้ำทิ้งที่ต้องการระบายทิ้งของผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าผ่านฟอร์มที่ออกแบบไว้ ทำการเปรียบเทียบค่าน้ำทิ้งที่ผู้ใช้งานระบุกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่เก็บในฐานข้อมูลและแสดงผลลัพธ์แจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ โดยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.4.6.1 การตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ออกแบบตารางใช้เก็บข้อมูลค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรรประกอบด้วย รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด ประเภทของอาคารที่เกณฑ์กำหนด รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและหน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร

wwhome			
ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	หมายเหตุ
1	code	varchar(5)	รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด
2	type	varchar(15)	ประเภทของอาคารที่เกณฑ์กำหนด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

wwhome			
ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	หมายเหตุ
3	detail	varchar(50)	รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด
4	svalue	float	ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
5	fvalue	float	ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
6	unit	varchar(20)	หน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด

4.4.6.2 การตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ออกแบบตารางใช้เก็บข้อมูลค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ประกอบด้วย รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด ประเภทของอาคารที่เกณฑ์กำหนด รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและหน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

wwbuliding			
ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	หมายเหตุ
1	<u>code</u>	varchar(5)	รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด
2	<u>type</u>	varchar(15)	ประเภทของอาคารที่เกณฑ์กำหนด
3	detail	varchar(50)	รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด
4	svalue	float	ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
5	fvalue	float	ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
6	unit	varchar(20)	หน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด

4.4.6.3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม ออกแบบตารางใช้เก็บข้อมูลค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมประกอบด้วย รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด ประเภทของอาคารที่เกณฑ์กำหนด รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและหน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงโครงสร้างของตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

wwfactory			
ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	หมายเหตุ
1	code	varchar(5)	รหัสค่าที่เกณฑ์กำหนด
2	detail	varchar(50)	รายละเอียดค่าที่เกณฑ์กำหนด
3	svalue	float	ค่าเริ่มต้นที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
4	fvalue	float	ค่าสุดท้ายที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
5	unit	varchar(20)	หน่วยของค่าที่เกณฑ์กำหนด

บทที่ 5

ผลการจัดทำและทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

การทดสอบเว็บแอปพลิเคชันใช้การทดสอบแบบกล่องดำ ทำให้ทราบได้ว่าเว็บแอปพลิเคชันสามารถทำงานตามหน้าที่ หรือข้อกำหนดหรือไม่ โดยกำหนดกรณีทดสอบ เพื่อทดสอบจากข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้ในกรณีต่างๆ เพื่อตรวจสอบผลการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การออกแบบกรณีทดสอบ

ตารางที่ 5.1 แสดงการออกแบบกรณีทดสอบ เพื่อใช้ในการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน มีรายละเอียดคำอธิบาย ดังตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3 แสดงตัวอย่างกรณีทดสอบ การทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง

ตารางที่ 5.1 การออกแบบกรณีทดสอบ

ชื่อกรณีทดสอบ :	รหัสการทดสอบ :
วัตถุประสงค์ :	
ส่วนการทดสอบ :	
ประเภทของการทดสอบ :	
ขั้นตอนในการทดสอบ :	
ผลลัพธ์ของการทดสอบ :	
การแก้ไข :	

ตารางที่ 5.2 แสดงคำอธิบายภายในกรณีทดสอบ

ชื่อ	คำอธิบาย
ชื่อกรณีทดสอบ	ชื่อกรณีทดสอบในแต่ละกรณี
รหัสการทดสอบ	รหัสที่ใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง เช่น 001 เป็นการทดสอบครั้งที่ 1
วัตถุประสงค์	การทดสอบครั้งนี้ทำขึ้นเพื่ออะไร
ส่วนการทดสอบ	ได้แก่ ฟังก์ชันการทำงาน อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
ประเภทของการทดสอบ	ได้แก่ การทดสอบระดับหน่วยย่อย การทดสอบระดับรวมหน่วย การทดสอบระบบ
ขั้นตอนในการทดสอบ	คำสั่งให้ทดสอบในกรณีต่างๆ เริ่มจากสถานการณ์เริ่มต้น ข้อมูลนำเข้า และผลลัพธ์ที่คาดหวัง
ผลลัพธ์ของการทดสอบ	ผลลัพธ์ที่คาดหวังและผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ รวมถึงการเปรียบเทียบข้อผิดพลาดระหว่างทั้งสองผลลัพธ์
การแก้ไข	การดำเนินการแก้ไขและผลตอบกลับจากการทดสอบใหม่

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ การทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง

ชื่อกรณีทดสอบ : ทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง “ทรัพยากรน้ำ”	รหัสการทดสอบ : 001
วัตถุประสงค์ : ทดสอบเมนูย่อยว่าสามารถเชื่อมโยงไปยังเพจที่กำหนดไว้ได้ หรือไม่	
ส่วนการทดสอบ : การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน	
ประเภทของการทดสอบ : การทดสอบระดับรวมหน่วย	
ขั้นตอนในการทดสอบ :	<ol style="list-style-type: none"> นำเมาส์วางเหนือไอคอนหน้าเมนูข้อความ “ทรัพยากรน้ำ” แสดงเมนูย่อย เป็นป๊อปอัพเมนู 5 เมนูย่อย ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> ทรัพยากรน้ำ มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำที่จกที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำที่จกอาคารบางประเภทและบางขนาด

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ การทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง (ต่อ)

	<p>5. ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม</p> <p>2. คลิกเมาส์เลือกเมนูย่อย ทีละเมนู เพื่อทดสอบการเชื่อมโยง</p>
ผลลัพธ์ของการทดสอบ :	<p>1. คลิกเมาส์ที่เมนูย่อย ทรัพยากรน้ำ สามารถเชื่อมโยงไปยังเพจ http://localhost/eve/webpages/mainwater01.php ได้</p> <p>2. คลิกเมาส์ที่เมนูย่อย มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ สามารถเชื่อมโยงไปยังเพจ http://localhost/eve/webpages/mainwater02.php ได้</p> <p>3. คลิกเลือกคลิกเมาส์ที่เมนูย่อย ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร สามารถเชื่อมโยงไปยังเพจ http://localhost/eve/webpages/mainwater03.php ได้</p> <p>4. คลิกเลือกเมาส์ที่เมนูย่อย ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด สามารถเชื่อมโยงไปยังเพจ http://localhost/eve/webpages/mainwater04.php ได้</p> <p>5. คลิกเลือกเมาส์ที่เมนูย่อย ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม สามารถเชื่อมโยงไปยังเพจ http://localhost/eve/webpages/mainwater05.php ได้</p>
การแก้ไข :	<p>เมื่อผลลัพธ์ ไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ให้ทำการแก้ไข</p> <p>1. ตรวจสอบว่าลิงค์ที่ระบุถูกต้องหรือไม่ ให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้อง ดังนี้</p> <p>1.1 ทรัพยากรน้ำ http://localhost/eve/webpages/mainwater01.php</p> <p>1.2 คุณภาพแหล่งน้ำ http://localhost/eve/webpages/mainwater02.php</p> <p>1.3 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร http://localhost/eve/webpages/mainwater03.php</p> <p>1.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด http://localhost/eve/webpages/mainwater04.php</p> <p>1.5 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม http://localhost/eve/webpages/mainwater05.php</p> <p>2. ทำการทดสอบการเชื่อมโยงแนวดิ่งใหม่ ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ออกแบบไว้</p>

5.2 การทดสอบเนื้อหา

ทดสอบในส่วนของเนื้อหาเพื่อหาข้อผิดพลาด ได้แก่ การพิสูจน์อักษร ตรวจสอบจากการพิมพ์ การสะกดคำ ความสอดคล้องกันของเนื้อหาและการนำเสนอภาพ แสดงแหล่งที่มาในส่วนของการอ้างอิงเพื่อป้องกันเรื่องลิขสิทธิ์

5.3 การทดสอบอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตที่สำคัญสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน คือ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้และส่วนของการคำนวณ อินเทอร์เน็ตที่ต้องทำการทดสอบ มีดังนี้

5.3.1 ทดสอบฟอร์ม ทดสอบการใช้งานเมื่อผู้ใช้งานระบุค่าลงในฟอร์ม หากไม่ใช่ตัวเลข จะปรากฏข้อความแจ้งเตือน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าให้ระบุค่าเป็นตัวเลขเท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 5.1

ตรวจสอบค่ามาตรฐาน แบบป้อนที่คณจัดสรร

โปรดระบุค่าเป็นตัวเลข ค่าลบจะเป็นลบเท่านั้น!

พื้นที่ดินจัดสรร

- พื้นที่ดินจัดสรรไม่เกิน 500 แปลง
- พื้นที่ดินจัดสรรเกินกว่า 500 แปลง ขึ้นไป

ความเป็นกรดด่าง (pH) (ค่าระบุ 0 - 14)

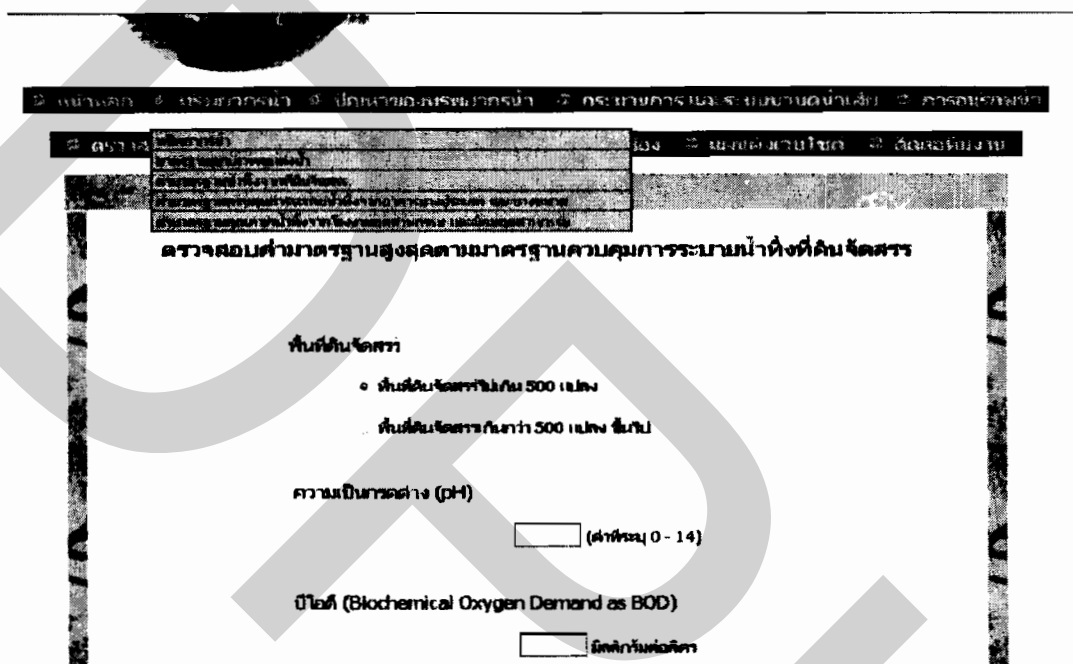
บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand as BOD) มิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพที่ 5.1 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานระบุข้อมูลผิดประเภท

ภาพที่ 5.1 แสดงการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานระบุข้อมูลผิดประเภท ผู้ใช้งานมีการระบุค่าค่า น้ำทิ้ง เพื่อตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่คณจัดสรร โดยระบุค่าน้ำทิ้งเป็นตัวอักษร เว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงป๊อปอัพแจ้งเตือน แจ้งให้ผู้ใช้งานระบุค่าใหม่ โดยให้ระบุค่า

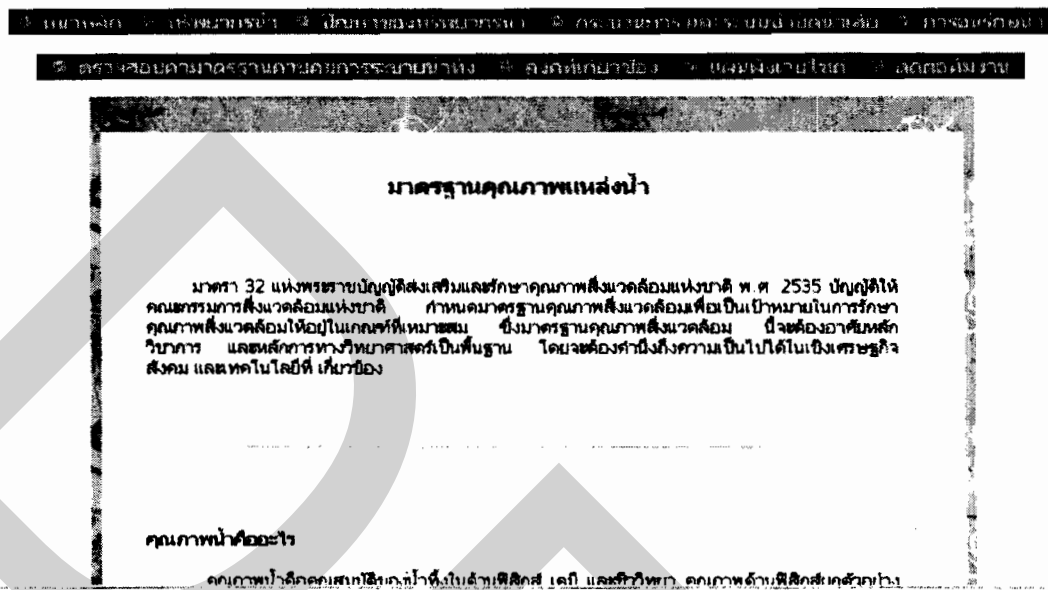
เป็นตัวเลขเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม “OK” ก็จะสามารถระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อทำการตรวจสอบได้อีกครั้ง

5.3.2 ทดสอบการลิงค์ ทดสอบการใช้งานหน้าเว็บเพจ เมื่อผู้ใช้งานต้องการเชื่อมโยงไปยังเพจอื่นๆ ภายในเว็บเดียวกัน สามารถดำเนินการเชื่อมโยงได้ หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 แสดงการลิงค์จากเมนูไปยังเพจที่ต้องการ

ภาพที่ 5.2 แสดงการลิงค์จากเมนูไปยังเพจที่ต้องการ เมื่อผู้ใช้งานเลือกเมนู “มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ” เมื่อผู้ใช้งานคลิกเมาส์เลือก เพจเนื้อหา “มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ” ที่ผู้ใช้งานเลือกปรากฏ ดังภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 แสดงเพจ “มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ” ที่ผู้ใช้งานลิงค์มาจากเมนู

5.3.3 ทดสอบภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอ็นท์ ทดสอบโดยการเข้าดูโค้ดที่หน้า Browser เลือกที่เมนูบาร์ เลือก View เลือก Source จากนั้นจะปรากฏโค้ดในโปรแกรม Notepad ด้วยคุณสมบัติของ PHP จะทำการประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์และเป็นลักษณะของการซ่อนโค้ด เมื่อทำการทดสอบภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอ็นท์จึงพบเฉพาะโค้ดที่เป็น HTML เท่านั้น ดังแสดงในภาพที่ 5.4

```

File Edit Format View Help
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-874">
<title>Untitled document</title>
<style type="text/css">
<!--
body,td,th {
    font-size: 12px;
}
body {
    margin-left: 0px;
    margin-top: 0px;
}
.style3 {
    font-size: 16px;
    font-weight: bold;
}
.style18 {font-size: 12px; font-weight: bold; color: #009900; }
.style20 {color: #FFFF00}
a:link {
    text-decoration: none;
    color: #FF00FF;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #66FF33;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #6600CC;
}
a:active {
    text-decoration: none;
}
.style21 {
    color: #009900;
}

```

ภาพที่ 5.4 แสดงการทดสอบภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอ็นท์

5.4 การทดสอบเมนูการเชื่อมโยง

ทดสอบเมนูการเชื่อมโยงภายในเว็บไซต์ แสดงทิศทางว่าทุกตำแหน่งสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 5.5 และ 5.6

ภาพที่ 5.5 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวนอน เห็นได้ว่าการเชื่อมโยงแนวในภายในเว็บไซต์เดียวกัน ประกอบด้วย 9 เมนู ได้แก่ หน้าหลัก ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง แผนผังเว็บไซต์และติดต่อทีมงาน



ภาพที่ 5.5 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวนอน

ผลที่ได้จากการทดสอบการเชื่อมโยงแนวนอน เมื่อผู้ใช้งานคลิกเมาส์ที่เมนู เพื่อเชื่อมโยงไปยังเพจที่ต้องการ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวนอน

เมนูที่ทดสอบ	เชื่อมโยงไปยังเพจชื่อ
หน้าหลัก	http://localhost/eve/webpages/main.php
ทรัพยากรน้ำ	http://localhost/eve/webpages/mainwater.php
ปัญหาของทรัพยากรน้ำ	http://localhost/eve/webpages/mainwaterproblem.php
กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย	http://localhost/eve/webpages/mainwatertread.php
การอนุรักษ์น้ำ	http://localhost/eve/webpages/mainwatersave.php
ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง	http://localhost/eve/webpages/maincal.php
ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง	http://localhost/eve/webpages/mainlink.php
แผนที่เว็บไซต์	http://localhost/eve/webpages/mainsitemap.php
ติดต่อทีมงาน	mailto:ro_angel2003@yahoo.com

ภาพที่ 5.6 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง เมื่อผู้ใช้งานนำเมาส์วางเหนือไอคอน จะแสดงเมนูย่อยเป็นป๊อปอัพเมนู โดยมีการเชื่อมโยงภายในเมนูเดียวกัน เช่น เมื่อผู้ใช้งานนำเมาส์วางเหนือไอคอนหน้าเมนูข้อความ “ทรัพยากรน้ำ” แสดงเมนูย่อยเป็นป๊อปอัพเมนู 5 เมนูย่อย ได้แก่

ทรัพยากรน้ำ มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม



ภาพที่ 5.6 แสดงเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง

ผลที่ได้จากการทดสอบการเชื่อมโยงแนวดิ่ง เมื่อผู้ใช้งานคลิกเมาส์ที่เมนู เพื่อเชื่อมโยงไปยังเพจที่ต้องการ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดสอบเมนูการเชื่อมโยงแนวดิ่ง

เมนูที่ทดสอบ	เชื่อมโยงไปยังเพจชื่อ
ทรัพยากรน้ำ	http://localhost/eve/webpages/mainwater01.php
มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ	http://localhost/eve/webpages/mainwater02.php
ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร	http://localhost/eve/webpages/mainwater03.php
ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด	http://localhost/eve/webpages/mainwater04.php
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม	http://localhost/eve/webpages/mainwater05.php

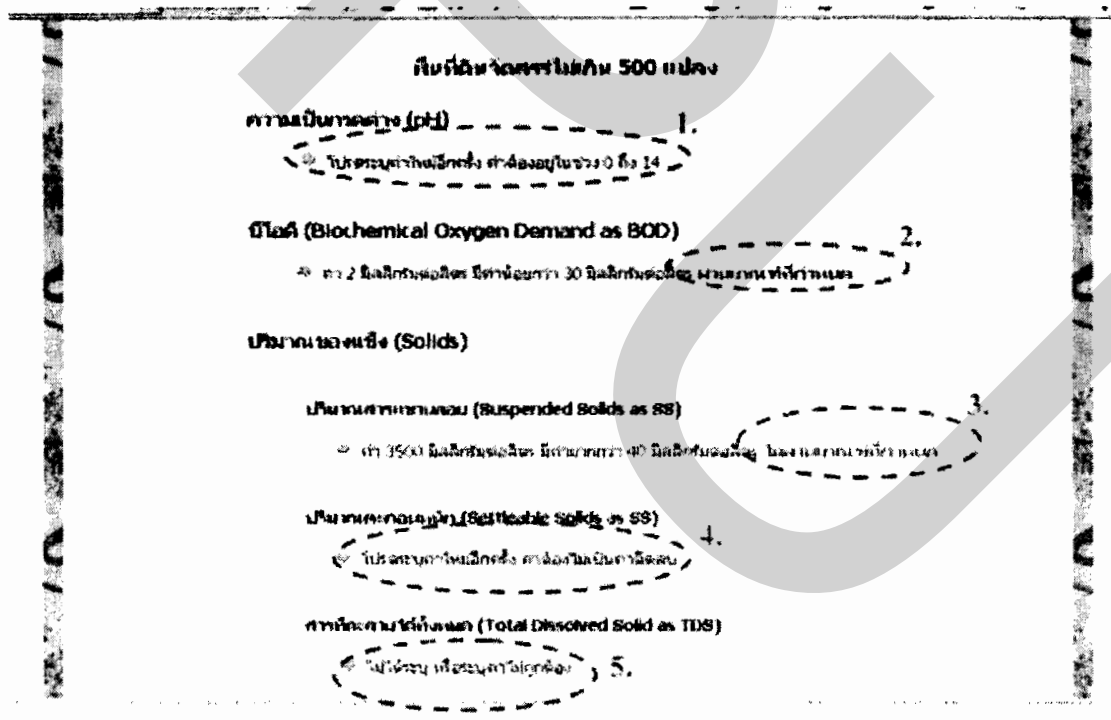
5.5 การทดสอบคอมพิวเตอร์

เป็นการทดสอบฟังก์ชันงาน เพื่อหาข้อผิดพลาดในโมดูลต่างๆ ด้วยการทดสอบแบบกล่องดำจากกรณีทดสอบกำหนดไว้ สิ่งที่จะทำการทดสอบ มีดังต่อไปนี้

ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร พื้นที่ไม่เกิน 500 แปลง โดยให้

1. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเกินจากขอบเขตที่กำหนด
2. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
3. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
4. ผู้ใช้งานระบุค่าน้ำทิ้งเป็นค่าติดลบ
5. ผู้ใช้งานไม่ได้ระบุค่าน้ำทิ้ง

เพื่อทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร พื้นที่ไม่เกิน 500 แปลง เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อต้องตรวจสอบค่าที่ผู้ใช้งานระบุได้ผลดังภาพที่ 5.7



ภาพที่ 5.7 แสดงผลของการทดสอบการตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าน้ำทิ้ง

ภาพที่ 5.7 แสดงผลของการทดสอบการตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร พื้นที่ไม่เกิน 500 แปลง เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าน้ำทิ้งดังนี้

1. ผู้ใช้งานระบุค่าความเป็นกรดค่าเกินจากขอบเขตที่กำหนด (ค่าความเป็นกรดค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 14) เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อความ “โปรดระบุค่าใหม่อีกครั้ง ค่าต้องอยู่ในช่วง 0 ถึง 14” ให้ผู้ใช้งานทราบ
2. ผู้ใช้งานระบุค่าบีโอดี 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (30 มิลลิกรัมต่อลิตร) เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อความ “ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด” ให้ผู้ใช้งานทราบ
3. ผู้ใช้งานระบุค่าปริมาณสารแขวนลอย 3500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (40 มิลลิกรัมต่อลิตร) เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อความ “ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด” ให้ผู้ใช้งานทราบ
4. ผู้ใช้งานระบุค่าปริมาณตะกอนหนักเป็นค่าติดลบ เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อความ “โปรดระบุค่าใหม่อีกครั้ง ค่าต้องไม่เป็นค่าติดลบ” ให้ผู้ใช้งานทราบ
5. ผู้ใช้งานไม่ได้ระบุค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด เว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อความ “ไม่ได้ระบุ หรือระบุค่าไม่ถูกต้อง” ให้ผู้ใช้งานทราบ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน การนำเสนอความรู้เรื่องการบริหารน้ำเสีย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ผู้วิจัยได้นำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาใช้ในการพัฒนาตั้งแต่ การศึกษาข้อมูล การวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชัน การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน การจัดทำทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX 2004 ใช้ภาษา HTML และภาษา PHP ในการออกแบบและใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบมาสร้างฐานข้อมูล เพื่อเก็บค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง ได้แก่ ตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากดินจัดสรร ตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตารางรายละเอียดค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม การนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันทำให้ผู้วิจัยสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน มาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้เป็นลำดับ ในบางกิจกรรมผู้วิจัยสามารถทำกิจกรรมหลายๆ ไปพร้อมกันทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันน้อยลง ทำให้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้น

เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาสามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากดินจัดสรร ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม เทียบกับค่าน้ำทิ้งที่ผู้ใช้งานระบุ โดยเว็บแอปพลิเคชันสามารถแสดงผลว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาหาข้อมูลเรื่องการบริหารน้ำเสีย โดยผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้โดยไม่จำกัดสิทธิ์ผู้ใช้งาน

ผลการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย สามารถทำงานได้ดังนี้

1. เว็บแอปพลิเคชันสามารถนำเสนอความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสีย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ทรัพยากรน้ำ ปัญหาของทรัพยากรน้ำ กระบวนการและระบบบำบัดน้ำเสีย การอนุรักษ์น้ำ และตรวจสอบมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง

2. เว็บแอปพลิเคชันสามารถตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากดิน จัดสรร ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม เมื่อผู้ใช้งานมีการระบุค่าน้ำทิ้งเพื่อต้องการตรวจสอบค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง

3. เว็บแอปพลิเคชันสามารถตรวจสอบค่าน้ำทิ้งที่ผู้ใช้งานระบุ เมื่อผู้ใช้งานระบุค่าลงในฟอร์ม หากค่าที่ระบุไม่ใช่ตัวเลข เว็บแอปพลิเคชันจะปรากฏข้อความแจ้งเตือนผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ผู้ใช้งานสามารถระบุค่าที่เป็นตัวเลขเท่านั้น

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย ที่พัฒนาขึ้นจากการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยใช้แบบประเมิน (รายละเอียดแบบประเมินตามภาคผนวก) ผลของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ ผศ.ดร.ประมต บุญไชยอภิสิทธิ์ น.อ.ดร.วิระชัย เขาว์กำเนิด และ คุณนันทน์ภัสร์ อินยิ้ม อยู่ในเกณฑ์ดีทั้ง 3 ด้าน คือ เนื้อหาการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ และ ประโยชน์และการนำไปใช้

โดยเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสียสามารถนำเสนอเนื้อหาไปใช้เป็นแหล่งความรู้ เพื่อเป็นสื่อใช้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ โดยมีประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษาและประชาชน มีความถูกต้องของข้อความ มีน่าเชื่อถือ มีการจัดลำดับปริมาณเนื้อหาเพียงพอกับความต้องการ ง่ายต่อการค้นหาและทำความเข้าใจ ใช้รูปแบบขนาดตัวอักษรและภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน สามารถสื่อความหมายและมีความสวยงาม สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสม น่าสนใจ มีความถูกต้องในการเชื่อมโยงภายในและการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่นได้

6.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า เว็บแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาจากการนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมาใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้เป็นลำดับ ในบางกิจกรรมผู้วิจัยสามารถทำกิจกรรมหลายๆ ไปพร้อมกันทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันน้อยลง ทำให้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้เร็วขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

เว็บแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยนำหลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ตั้งแต่การศึกษาข้อมูล การวางแผนโครงการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน การวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชัน การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน และการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

ดังนั้นในการนำเว็บแอปพลิเคชันนำไปใช้เป็นแนวทางในการประมาณการ หรือประเมินในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่มีขนาดใหญ่ ควรทำการประเมินต้นทุน ความคุ้มค่า การวิเคราะห์ความเสี่ยง การรักษาความปลอดภัย จนถึงการวิเคราะห์เว็บแอปพลิเคชันและในการนำเว็บแอปพลิเคชันไปพัฒนาต่อ สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ไปใช้ได้ เช่น ฐานข้อมูลค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง สามารถนำไปพัฒนาต่อได้

ด

ร

บรรณานุกรม

ู

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2548). **ตำราระบบบำบัดน้ำเสีย**. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงานกรมโรงงานอุตสาหกรรม.

กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุล และ กิตติพงษ์ กลมกล่อม. (2544). **UML วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุล และ กิตติพงษ์ กลมกล่อม. (2548). **คัมภีร์วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML Object Oriented System Analysis and Design with UML**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล. (2546). **คัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบ**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

กิตติ ภัคดีวิวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล. (2550). **วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineering)**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

พนิดา พานิชกุล และ สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์. (2546). **คัมภีร์ Dreamweaver MX 2004**. กรุงเทพฯ: บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.

ดวงพร เกียงคำ และ วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์. (2549). **อินไซต์ Dreamweaver 8**. กรุงเทพฯ: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.

สมศักดิ์ โชคชัยชุตติกุล. (2550). **Insight PHP ฉบับสมบูรณ์**. กรุงเทพฯ: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.

สิทธิชัย ประสานวงศ์. (2549). **สร้างสรรค์เว็บด้วย Dreamweaver 8**. กรุงเทพฯ: ซอฟต์แวร์เพรส.

อนรรฆมนงค์ คุณมณี. (2550). **Basic of PHP**. นนทบุรี: บริษัท ไอดีซีอินโฟดิสทริบิวเตอร์เซ็นเตอร์ จำกัด.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2548). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design) ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม**. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

วิทยานิพนธ์

ทรงยศ แก้ววิจิตร. (2547). การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยการวางแผนการผลิต
ในอุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์เมลามีน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สถิต ประสมพันธ์. (2547). การออกแบบกฎการแปลงยูเอ็มแอลคลาสโคออร์เดเนตเป็นสคีม่า
ฐานข้อมูลเชิงวัตถุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สารสนเทศจากอิเล็กทรอนิกส์

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). มาตรฐานคุณภาพน้ำ.
สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2547). ระบบบำบัดน้ำเสีย. สืบค้น
เมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

http://www.pcd.go.th/Info_serv/water_wt.html

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม ฝ่ายสุขภาพภิบาลโรงงาน สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. (2549). น้ำเสียและ
การบำบัดน้ำเสีย. สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

<http://www.school.net.th/library/snet6/envi3/water/solu.htm>

จิรดา ไชยมานิตย์. (2549, กันยายน). Information Systems Development Tools: Object-Oriented
Model ; UML-Unified Modeling Language. เอกสารประกอบการสัมมนา . สืบค้นเมื่อ
19 ตุลาคม 2550. จาก

<http://ccsmail.sut.ac.th/e-ru/teacher/file/file173.doc>

นิทัศน์ อิทธิพงษ์. (2544). การพัฒนาหลักการออกแบบเว็บเพจการศึกษาตามรูปแบบเว็บไซต์ยอด
นิยมของไทย. สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

<http://aved.edu.chula.ac.th/thesis/thesis.htm>

รอยล จิตรคอน และ คณะ. (2545). พัฒนาระบบฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ. สืบค้นเมื่อ 30 ตุลาคม 2550. จาก

<http://service.nectec.or.th/research/detail.php?id=C14504>

วีระ ชานวิทิตกุล. (2546, ตุลาคม). การบำบัดน้ำเสียและกากตะกอน. สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=112&hit=1

วีระ ชานวิทิตกุล. (2546, ตุลาคม). ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่. สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=113&hit=1

ศูนย์เมขลา. ทรัพยากรน้ำ. สืบค้นเมื่อ 19 ตุลาคม 2550. จาก

http://mekhala.dwr.go.th/Basin_ProblemEffect.asp

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2547). ประเภทไลโคแกรมของ UML. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา 204497 (Seminar). สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2550. จาก

<http://www2.cs.science.cmu.ac.th/seminar/2547/UML/umltype1.htm>

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Alan Dennis, Barbara Wixom and David Tegarden. (2005). **Systems Analysis and Design with UML Version 2.0: An Object Oriented Approach** (2nd ed.). Denvers, MA: Wiley.

Pankaj Jalote. (2005). **An Integrated Approach to Software Engineering** (3rd ed.). New York: Springer.

Stephen Schach. (2005). **Object-Oriented and Classical Software Engineering** (6th ed.). New York: McGraw-Hill.



ภาคผนวก



แบบประเมิน

เรื่อง การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน
กรณีศึกษา : เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย

คำชี้แจง :

แบบประเมินชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานค้นคว้าอิสระ ซึ่งแบบประเมินนี้ใช้เพื่อการประเมินเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย ที่พัฒนาขึ้นจากการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ตอนที่ 1. ข้อมูลสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

❖ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าช่อง ที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

1. ชื่อนามสกุลผู้ทำการประเมิน

2. เพศ ชาย หญิง

3. อายุ น้อยกว่า 30 ปี 31 – 40 ปี 41 – 50 ปี มากกว่า 50 ปี

4. จบการศึกษาในระดับ (ระดับการศึกษาสูงสุด)

ปริญญาตรี วุฒิ วิชาเอก

สถาบันการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา.....

ปริญญาโท วุฒิ วิชาเอก

สถาบันการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา.....

ปริญญาเอก วุฒิ วิชาเอก

สถาบันการศึกษาที่สำเร็จการศึกษา.....

5. จำนวนปีในการทำงาน

6 – 10 ปี 11- 15 ปี 16 – 20 ปี มากกว่า 21 ปี ขึ้นไป

6. อาชีพ (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

รับราชการ/พนักงานในหน่วยงานของรัฐ พนักงานบริษัท

พนักงานรัฐวิสาหกิจ ธุรกิจส่วนตัว

อื่นๆ (โปรดระบุ)

ตอนที่ 2. ข้อมูลการประเมินเว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย

❖ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าช่อง ที่ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

❖ เกณฑ์การให้คะแนน : 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยมาก

ด้านเนื้อหา

- | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. มีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. ปริมาณเนื้อหา มีเพียงพอกับความต้องการ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. การจัดลำดับเนื้อหา มีความต่อเนื่อง อ่านแล้วเข้าใจ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. มีการจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการ ค้นหาและทำความเข้าใจ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. เนื้อหากับภาพมีความสอดคล้องกัน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ความถูกต้องของข้อความ ตามหลักภาษาและไวยากรณ์ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. หน้าโฮมเพจมีความสวยงาม มีความทันสมัย น่าสนใจ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. การจัดรูปแบบในเว็บไซต์ง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. สีสีนในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ภาพกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน และสามารถสื่อความหมาย | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. ความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษรและข้อมูลต่างๆ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. ความถูกต้องในการเชื่อมโยงภายในเว็บไซต์ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. ความถูกต้องในการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่น | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

- | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. สามารถเป็นแหล่งความรู้ได้ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. เป็นสื่อเพื่อใช้เผยแพร่ข่าวสารประชาสัมพันธ์ได้ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. มีประโยชน์ต่อนักเรียน นักศึกษาและประชาชน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับผลการประเมินงานครั้งนี้ไว้สละเรื่อง การประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรม
ซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน กรณีศึกษา : เว็บแอปพลิเคชันการบำบัดน้ำเสีย
รณกฤต แจ่มสุวรรณ

ประวัติผู้เขียน**ชื่อ-นามสกุล**

นายธณกฤต แจ่มสุวรรณ

ประวัติการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ.2548**ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน**

พ.ศ.2550 เจ้าหน้าที่ศูนย์บริการลูกค้า

บริษัท แอ็ควานซ์ คอนแท็ค เซ็นเตอร์ จำกัด

พ.ศ.2549 วิศวกร บริษัท นวจิต การก่อสร้าง

ทุนการศึกษาได้รับทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาประเภททุนเรียนดี
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต