



การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ

นवल ศรีวัฒนทรัพย์*

งานระบบสารสนเทศและการจัดการฐานข้อมูล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2441-4125 ต่อ 116 อีเมล: nawapol.srw@mahidol.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.07.001

รับเมื่อ 3 สิงหาคม 2559 ตอบรับเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2559 เผยแพร่ออนไลน์ 3 กรกฎาคม 2560

© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์แบบเรสพอนซิฟ กรณีศึกษาจากเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์ตามวงจรการพัฒนากระบวนการ (System Development Life Cycle: SDLC) โดยการใช้เทคนิคแบบเรสพอนซิฟ แล้วทำการทดสอบการแสดงผลผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เป็นต้น จากนั้นได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเว็บไซต์ ผ่านทางเครื่องมือวิจัย Google Analytics เปรียบเทียบก่อนและหลังการพัฒนาเว็บไซต์ พร้อมทั้งสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์ ผ่านเครื่องมือวิจัยแบบสอบถามออนไลน์ จากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สนใจเข้าศึกษา นักศึกษาปัจจุบัน ศิษย์เก่า อาจารย์ นักวิจัย บุคลากร และบุคคลทั่วไป จำนวน 1,850 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ สามารถแก้ไขปัญหาการแสดงผลในหน้าเว็บเพจผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้ ทำให้มองเห็นข้อมูลในหน้าเว็บได้อย่างถูกต้องครบถ้วน เข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น มีความง่ายต่อการใช้งาน และเว็บไซต์มีความทันสมัยสวยงามมากขึ้น 2) ผลการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชมเว็บไซต์จาก Google Analytics พบว่า พฤติกรรมการเข้าชมเว็บไซต์ผ่านทางคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมีจำนวนลดลง ผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะเลือกใช้สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตในการเข้าชมเว็บไซต์เพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์ ในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาหน้าเว็บเพจ ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 รองลงมาคือ ความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.28 และความพึงพอใจด้านความง่ายในการใช้งาน อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 4.05 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พฤติกรรมผู้ใช้งาน, เว็บไซต์, เทคนิคเรสพอนซิฟ

Study of User Behaviours towards Websites Developed with Responsive Techniques

Nawapol Sriwattanasub*

Database and System Development Section, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0-2441-4125 Ext.116, E-mail: nawapol.srw@mahidol.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2017.07.001

Received 3 August 2016; Accepted 18 November 2016; Published online: 3 July 2017

© 2017 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research is aimed at: 1) studying websites developed with responsive techniques, 2) examining user behaviours towards websites developed with the aforementioned techniques, and 3) evaluating user satisfaction on performance of responsive websites. The website included as a part this case study was the one of the Faculty of Graduate Studies, Mahidol University. The new website based on System Development Life Cycle (SDLC) was developed through responsive techniques, and rendering tests were performed on various devices, such as smartphones, tablets, desktop computers, etc. Subsequently, comparative analysis between the use of old and new sites were performed through Google Analytics. Users were enquired to indicate their overall satisfaction via an online questionnaire. Samples were 1,850 prospective students, current students, alumni, researchers, and visitors. The results indicated that: 1) Responsive web design could resolve web page rendering issues on different screen sizes: it supports correct and complete web page rendering, faster access to data, simplicity of usage, and enables the website to be modernized and more visually attractive; 2) Based on results of web behaviours from Google Analytics, the number of accesses from desktop computers decreased, as many users preferred to use smartphones and tablets for accessing the website, and the number of such accesses tended to increase; and 3) For website user satisfaction in terms of performance, satisfaction with speed to access contents on web pages was ranked in the highest position ($\bar{X} = 4.58$), followed by satisfaction with website design ($\bar{X} = 4.28$), and the simplicity of usage ($\bar{X} = 4.05$), revealing high levels of user satisfaction in these domains.

Keywords: User Behaviour, Website, Responsive Technique

1. บทนำ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มมากกว่าการใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป การแสดงผลของเว็บไซต์ผ่านหน้าจอสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นตามขนาดของหน้าจอที่แตกต่างกัน

จากรายงานการวิจัยของ Gartner [1] ให้คำแนะนำด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเกี่ยวกับการประมาณการการจัดส่งสินค้าประเภทสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต อัลตราโมบาย (Ultra Mobile) และเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ในปี ค.ศ. 2012–2017 พบว่าแนวโน้มการใช้อุปกรณ์การสื่อสารมีความต้องการใช้งานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องและคาดว่าจะมากกว่า 2.9 พันล้านหน่วยในปี ค.ศ. 2017 [1] และเป็นที่น่าสังเกตว่าความต้องการใช้งานคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมีแนวโน้มลดลงในแต่ละปี

นอกจากนี้ Google หนึ่งในบริษัทผู้ให้บริการค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตให้ความสำคัญกับเว็บไซต์แบบเรสพอนซิฟ และพบว่า 67% ของผู้ตอบแบบสอบถามนิยมใช้สมาร์ทโฟนซื้อสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ต [2] และได้แนะนำว่าการพัฒนาเว็บไซต์ในระยะยาวนั้นควรให้ความสำคัญกับความง่ายต่อการใช้งานสำหรับสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต [3] เพื่อให้แสดงข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายจะส่งผลให้เสิร์ชเอ็นจินสามารถเก็บค่าดัชนีเพื่อนำไปจัดอันดับในผลการค้นหาแม้จะใช้อุปกรณ์สื่อสารที่แตกต่างกัน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ได้เริ่มสร้างเว็บไซต์ขึ้นเพื่อเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 และได้ดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และพฤติกรรมของผู้เข้าใช้งานเว็บไซต์ที่เปลี่ยนแปลงไป ผู้ใช้งานเว็บไซต์นิยมใช้อินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตมากยิ่งขึ้น ทำให้เว็บไซต์ของบัณฑิตวิทยาลัยไม่สามารถแสดงผลข้อมูลได้พอดีกับหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกัน

การแสดงผลข้อมูลมีความล่าช้า การออกแบบเว็บไซต์ขาดความทันสมัยและสวยงาม

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยขึ้นใหม่ตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) [4] โดยการใช้เทคนิคแบบเรสพอนซิฟ แล้วทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเว็บไซต์ที่เปลี่ยนแปลงไป พร้อมทั้งดำเนินการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเว็บไซต์ที่ถูกพัฒนาขึ้นใหม่ด้วยเทคนิคแบบเรสพอนซิฟ ทั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยแบบเรสพอนซิฟ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ตามวงจรการพัฒนาระบบ [4] ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

โดยการรวบรวมปัญหา ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะต่างๆ จากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานโดยสร้างแบบสอบถามออนไลน์ จากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สนใจเข้าศึกษา นักศึกษาปัจจุบัน ศิษย์เก่า อาจารย์ นักวิจัย บุคลากร บุคคลทั่วไป และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นของเว็บไซต์รูปแบบเดิม เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์รูปแบบใหม่ พร้อมทั้งวางแผนระบบงาน โดยกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต ระยะเวลาดำเนินงาน และกำหนดเทคโนโลยีที่ใช้พัฒนาระบบ

2.2 การวิเคราะห์ระบบ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานจากแบบสอบถามออนไลน์ แล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหา

พบว่าระบบงานเดิมมีข้อจำกัด คือเมื่อแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์รับอุปกรณ์ที่หลากหลาย ข้อมูลต่าง ๆ บนเว็บไซต์จะแสดงได้ไม่ครบถ้วน เนื่องจากเว็บไซต์เดิมของบัณฑิตวิทยาลัยไม่ได้ถูกออกแบบมาในลักษณะเรสพอนซีฟ ดังนั้นเมื่อเข้าใช้งานเว็บไซต์ผ่านสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตจะพบว่าตัวอักษรและรูปภาพจะมีขนาดเล็กส่งผลให้ผู้เข้าใช้งานไม่สะดวกในการอ่านเนื้อหาและเข้าถึงข้อมูลได้ยาก จากผลการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาพรวมช่วยให้เกิดการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานเว็บไซต์ เป็นวิธีการเพิ่มการเรียนรู้จากประสบการณ์จากผู้ใช้งาน (User Experience) [5] โดยนำหลักการและทฤษฎี มาวิเคราะห์ จัดระบบและสรุปเป็นแนวคิดเพื่อจัดวางโครงสร้างจัดเตรียมข้อมูลและส่วนประกอบต่างๆ ทำให้สามารถนำไปสู่กระบวนการออกแบบระบบในขั้นตอนต่อไป

2.3 การออกแบบระบบ

โดยผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบมาทำการออกแบบระบบโดยทำการออกแบบโครงสร้างของระบบ ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ และออกแบบหน้าจอการแสดงผลของระบบ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

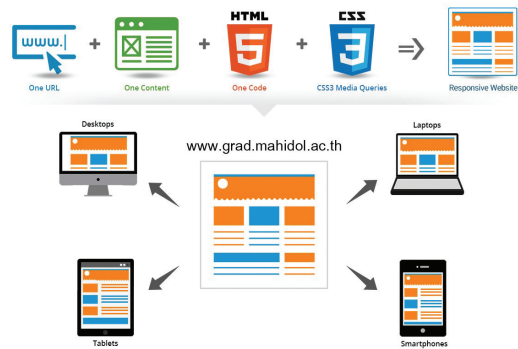
2.3.1 ออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ และส่วนของผู้ใช้งานระบบ โดยสามารถแสดงผลได้บนอุปกรณ์ที่หลากหลาย ดังรูปที่ 1

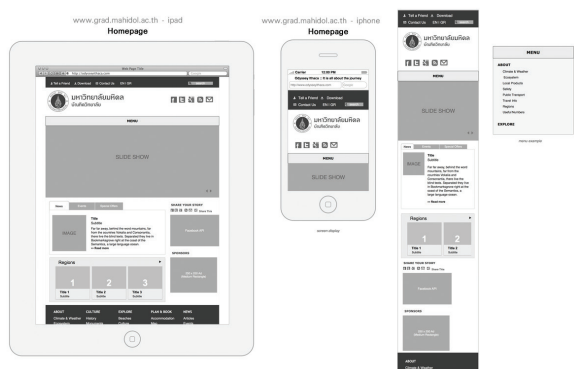
2.3.2 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ

ในการพัฒนาระบบด้วยเทคนิคเรสพอนซีฟ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ เพื่อแสดงการทำงานของระบบในแต่ละส่วนของระบบ ได้แก่ การวางโครงสร้างหลักของเว็บไซต์ การกำหนดหัวข้อและเนื้อหาองค์ประกอบต่างๆ การกำหนดตัวเชื่อมโยง (Link) ระหว่างหน้าต่างๆ เป็นต้น

2.3.3 ออกแบบหน้าจอการแสดงผลของระบบ



รูปที่ 1 ภาพรวมโครงสร้างการทำงานของระบบ



รูปที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอแสดงผล

หลังจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานแล้ว ผู้วิจัยจะดำเนินการออกแบบหน้าจอการแสดงผลส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เป็นการออกแบบโครงร่างของหน้าเว็บเพจ (Wireframe) [15] ให้ระบบสามารถแสดงผลได้อย่างเหมาะสมบนอุปกรณ์การใช้งานที่หลากหลาย เริ่มจากการร่างภาพคร่าวๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อกำหนดที่ได้จากกระบวนการที่ผ่านมาทั้งหมดมาจัดเรียงลงบน Layout ของเว็บไซต์ และสร้างแบบจำลองรายละเอียดข้อมูลในหน้าเว็บ ก่อนที่จะเริ่มลงมือสร้างเว็บจริง ดังรูปที่ 2

2.4 การพัฒนาระบบ

จากขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงกระบวนการทำงานของการออกแบบเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซีฟมากขึ้น สำหรับขั้นตอน

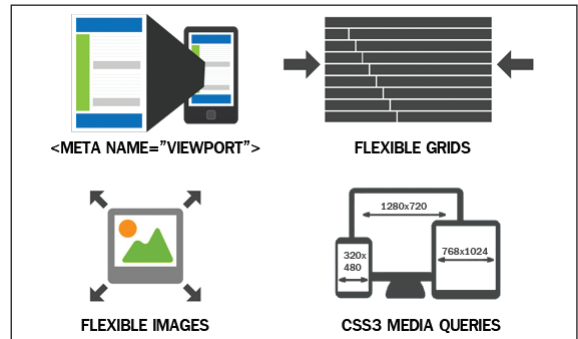
การพัฒนาเว็บนี้เป็นการเขียนโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะมีลักษณะของโปรแกรมประยุกต์ โดยใช้โครงสร้างภาษาเอชทีเอ็มแอล5 (HTML5) ซีเอสเอส3 (CSS3) [7] และมีเดียควีรี่ (Media Queries) [4] ทำการเขียนชุดคำสั่งโดยใช้โปรแกรม อะโดบี ดรีมวีฟเวอร์ซีเอส5 (Adobe Dreamweaver CS5) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาเว็บ และดำเนินการเขียนโปรแกรมให้สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

ผู้วิจัยได้นำเทคนิคเรสพอนซิฟ ประกอบด้วย 4 เทคนิคหลัก คือ 1) การกำหนด Viewport Meta Tag 2) กำหนดโครงสร้างเว็บไซต์แบบยืดหยุ่น 3) กำหนดขนาดภาพแบบยืดหยุ่น และ 4) การใช้ซีเอสเอส3 ในมีเดียควีรี่ ดังรูปที่ 3 มาใช้ในการพัฒนาระบบ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

2.4.1 กำหนด Viewport Meta Tag คือ กำหนดส่วนการแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ที่รับชมผ่านคอมพิวเตอร์ทั่วไปให้สามารถปรับขนาดลงให้พอดีเมื่อรับชมเว็บไซต์ผ่านอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กลง [7] เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต โดยเขียนคำสั่ง HTML5 ได้ดังนี้ `<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0 maximum-scale=1 user-scalable=no">` และใส่คำสั่งนี้ไว้ภายใต้แท็ก `<head>`

2.4.2 กำหนดโครงสร้างเว็บไซต์แบบยืดหยุ่น (Flexible Grids) คือ การกำหนดโครงสร้างของเว็บไซต์ให้มีความกว้างหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ [5] เดิมการออกแบบเว็บไซต์จะรองรับการใช้งานหน้าจอแสดงผลขนาด 960px ความละเอียดของจอแสดงผลเป็น 1024x768 [13] จึงตั้งค่าความกว้างของหน้าเว็บเพจไว้ที่ 960px จึงทำให้ผู้ใช้งานเห็นข้อมูลได้พอดีหน้าจอ [8] แต่ในปัจจุบันผู้ใช้งานได้ใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ในการเข้าดูข้อมูลจากเว็บไซต์มีจำนวนมากขึ้น ทำให้ขนาดหน้าจอ 960px ไม่สามารถรองรับการแสดงผลให้เหมาะสมกับอุปกรณ์พกพาบางประเภทที่มีความละเอียด เช่น 320x480 หรือ 480x800 ได้ เป็นต้น

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดโครงสร้างเว็บไซต์เป็นแบบยืดหยุ่นโดยให้ความกว้างมีขนาดสัมพันธ์กับ



รูปที่ 3 เทคนิคเรสพอนซิฟที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

องค์ประกอบอื่นๆ [9] การกำหนดโครงสร้างแบบยืดหยุ่นประกอบด้วยสองส่วน คือ การกำหนดขนาดตัวอักษรโดยใช้หน่วยเป็นแบบเอม (em) และการกำหนดความกว้างของคอลัมน์เป็นเปอร์เซ็นต์

1) การกำหนดขนาดตัวอักษร (Font-size) หน่วยของขนาดตัวอักษร แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือแบบ Absolute กับแบบ Relative [10] หน่วยแบบ absolute คือ หน่วยที่กำหนดขนาดแบบตายตัว หน่วยแบบนี้ ได้แก่ px (Pixel) และหน่วยแบบ Relative คือ หน่วยที่กำหนดขนาดแบบไม่ตายตัวสามารถปรับเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบในหน้าเว็บเพจ หน่วยแบบนี้ ได้แก่ เอ็ม (em) ผู้วิจัยได้เปลี่ยนขนาดตัวอักษรเป็นหน่วย em โดยใช้วิธีการคำนวณตาม Fluid Grid Formula มีวิธีการคำนวณตามสมการที่ (1) [5] ดังนี้

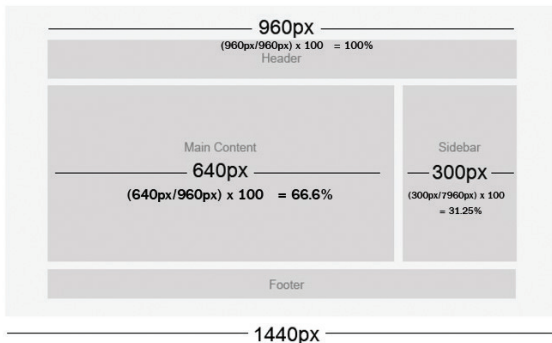
$$target \div context = result \quad (1)$$

target คือ ขนาดองค์ประกอบที่ต้องการแปลงหน่วย

context คือ ขนาดขององค์ประกอบหลัก

result คือ ผลที่ได้รับจากการแปลงหน่วยแบบตายตัวเป็นเปอร์เซ็นต์

2) การกำหนดความกว้างของคอลัมน์แบบเปอร์เซ็นต์ เว็บไซต์ที่มีการกำหนดความกว้างแบบตายตัว (Fixed Width Layout) ไม่สามารถรองรับอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอที่หลากหลายได้ เพราะถูกกำหนดความกว้างของคอลัมน์



รูปที่ 4 การกำหนดความกว้างเป็นแบบเปอร์เซ็นต์

เป็นแบบฟิกเชล ดังนั้นเทคนิคที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้เรียกว่า Fluid Grids Layout [5] เป็นเทคนิคที่ทำให้เว็บไซต์สามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนต่างๆ ในเว็บไซต์ได้อย่างยืดหยุ่น โดยกำหนดความกว้างของคอลัมน์เป็นเปอร์เซ็นต์

จากรูปที่ 4 ความกว้างทั้งหมดของเว็บไซต์คือ 960px ขณะที่ความละเอียดของอุปกรณ์คือ 1440px องค์ประกอบของเว็บไซต์ประกอบด้วย ส่วนของเนื้อหาเว็บไซต์แบ่งเป็นสองคอลัมน์ กว้าง 640px และ 300px จากตัวอย่างนี้พบว่าการกำหนดโครงสร้างแบบกำหนดความกว้างแบบตายตัวจะรองรับการใช้งานเฉพาะคอมพิวเตอร์ทั่วไปเท่านั้น ดังนั้นการปรับโครงสร้างเว็บไซต์ให้เป็นแบบยืดหยุ่นทำได้โดยการใช้สมการที่ (1) และแปลงหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ด้วยการคูณ 100 จะได้ผลดังนี้

$$\text{Main Content } (640\text{px} \div 960\text{px}) \times 100 = 66.6\%$$

$$\text{Sidebar } (300\text{px} \div 960\text{px}) \times 100 = 31.25\%$$

$$\text{Header } (960\text{px} \div 960\text{px}) \times 100 = 100\%$$

2.4.3 กำหนดขนาดภาพแบบยืดหยุ่น (Flexible Images) คือ การกำหนดขนาดของรูปภาพหรือสื่อมีเดีย เช่น วิดีโอ ให้มีความสัมพันธ์กับขนาดของหน้าจอแสดงผล [9] กรณีรูปต้นฉบับมีขนาดใหญ่มากการแสดงผลในสมาร์ตโฟนที่มีหน้าจอขนาดเล็ก ต้องทำการย่อขนาดให้ลดลงเพื่อให้แสดงผลได้อย่างสวยงาม วิธีการปรับขนาดรูปภาพให้รองรับขนาดหน้าจอที่หลากหลาย ทำได้โดยการเขียนคำสั่ง CSS ดังนี้ [11]

```
img {
    max-width: 100%;
}
```

จากคำสั่งนี้เป็นการกำหนดขนาดของรูปภาพให้มีความกว้าง 100% แทนการกำหนดขนาดของรูปภาพแบบตายตัว ทำให้การแสดงผลของรูปภาพจะขึ้นอยู่กับขนาดของหน้าจออุปกรณ์หรือความกว้างของเบราว์เซอร์แทน

2.4.4 การใช้ซีเอสเอส3 ในมีเดียควิรี่ (CSS3 Media Queries) คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่เข้าใช้งานเว็บไซต์ที่มีขนาดหน้าจอแสดงผลขนาดความกว้าง ความสูง และความละเอียดของหน้าจอที่แตกต่างกัน การออกแบบและกำหนดรูปแบบของซีเอสเอสให้ได้อย่างเหมาะสม [9] สำหรับการแสดงผลในแต่ละอุปกรณ์ต่างๆ โดยงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโดยใช้สไตลชีต (Style Sheet) สำหรับอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอที่เล็กที่สุดก่อนแล้วเขียนสไตลชีตจนถึงขนาดใหญ่ที่สุด การเขียนคำสั่ง Media Queries ดังสมการที่ (2) [12] ดังนี้

```
@media screen and (กฎ1) and (กฎ2) and ... { (2)
    /* คำสั่ง CSS */
}
```

จากสมการที่ (2) งานวิจัยนี้ได้พิจารณาการใช้งาน Media Queries โดยระบุคุณสมบัติ (Media Features) ของอุปกรณ์ที่ต้องการแสดงผลตามที่กำหนดก่อน [12] แล้วจึงเขียนคำสั่ง CSS ภายใต้ขอบเขตของอุปกรณ์นั้นๆ ประกอบด้วย [13]

1) max-width/min-width/max-height/min-height คือ ความกว้างและยาวสูงสุด/ต่ำสุดแต่ปกติจะกำหนดแค่ความกว้าง โดยคุณสมบัตินี้จะตรวจสอบตามขนาดหน้าจอของเบราว์เซอร์ เช่น ถ้าผู้ใช้งานเปิดเบราว์เซอร์แบบเต็มจอ จะปรากฏค่า width มีขนาดเต็มจอ แต่ถ้าย่อขนาดลดครึ่งจอก็จะปรากฏค่า width มีขนาดลดลง ดังตัวอย่าง @media screen and (max-width: 600px) { /* คำสั่ง CSS */ }

2) max-device-width/min-device-width/device-width ค่า device-width จะแตกต่างกันกับ width ตรงที่ต้องพิจารณาขนาดหน้าจอเครื่องแทน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาขนาดหน้าจอในแต่ละกลุ่มอุปกรณ์ใช้งาน เช่น iPhone 4S ความละเอียด 320×480px จะโปรแกรมได้ดังนี้

```
@media screen and (device-width: 320px){
```

```
/* คำสั่ง CSS */
```

```
}
```

3) orientation: portrait/orientation: landscape คำ Orientation คือ การตรวจสอบว่าหน้าจออยู่ในแนวไหน เวลาเปิดหน้าเว็บไซต์ในสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต บางครั้งผู้ใช้เปิดดูแนวตั้ง (Portrait) หรือเปิดแนวนอน (Landscape) ดังนั้นในงานวิจัยได้พิจารณาค่า Orientation โดยกำหนด CSS สำหรับแนวที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

```
@media screen and (device-width: 320px)
```

```
and (orientation: landscape) {
```

```
/* คำสั่ง CSS */
```

```
}
```

4) aspect-ratio/device-aspect-ratio งานวิจัยนี้ได้ปรับค่า Aspect ratio เป็น Ratio กว้างและสูงของขนาดหน้าจอ เช่น 16/9 หรือ 1280/720 ตัวอย่าง Code เป็นดังต่อไปนี้

```
@media screen and (device-width: 320px)
```

```
and (maxdevice-width:569px)and
```

```
(orientation: landscape) and (aspect-ratio:
```

```
16/9) {/* คำสั่ง CSS */
```

```
}
```

2.5 การทดสอบและปรับปรุงระบบ

ในการทดสอบระบบ ผู้วิจัยได้ทดสอบการแสดงผลบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ ชนิดและรุ่นของเบราว์เซอร์ ระบบปฏิบัติการและความละเอียดของหน้าจอที่แตกต่างกัน ได้แก่ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โดยมีการให้ผู้ทดลองใช้งานเว็บไซต์เป็นเวลา 2 เดือน จากนั้นนำข้อเสนอแนะมาใช้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของระบบ

เพื่อนำไปสู่การใช้งานจริงต่อไป

2.6 การนำระบบไปใช้

เมื่อทดสอบระบบและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำเว็บไซต์ที่ได้พัฒนาขึ้นไปติดตั้งในเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) เพื่อให้แสดงผลได้ในระบบอินเทอร์เน็ต ในงานวิจัยนี้เว็บไซต์ที่พัฒนาเพื่อใช้งานจริงอยู่บนเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล URL: www.grad.mahidol.ac.th

2.7 การประเมินผล

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.7.1 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์ บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์ บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ โดยใช้เครื่องมือวิจัย คือ Google Analytics เก็บสถิติการเข้าชมเว็บไซต์ ช่วงก่อนการพัฒนาเว็บไซต์ (1 มกราคม-31 ธันวาคม 2556) กับช่วงหลังการพัฒนาเว็บไซต์ (1 มกราคม-ธันวาคม 2557 และ 1 มกราคม-31 ธันวาคม 2558) เปรียบเทียบระหว่างผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต นอกจากนี้ผู้วิจัยยังทำการวิเคราะห์สถิติภาพรวมของผู้เข้าชมเว็บไซต์ (Page Views) และแนวโน้มของผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตในช่วงหลังการพัฒนา (1 มกราคม-ธันวาคม 2557 และ 1 มกราคม-31 ธันวาคม 2558)

2.7.2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยแบบเรสพอนซิฟ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบถามความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยแบบเรสพอนซิฟ จากประชากรผู้เข้าใช้งานเว็บไซต์หลังการพัฒนา โดยมีกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้สนใจเข้าศึกษา นักศึกษาปัจจุบัน ศิษย์เก่า อาจารย์ นักวิจัย บุคลากร และบุคคลทั่วไป จำนวน 1,850 คน เครื่องมือที่ใช้วิจัย คือ แบบสอบถาม

ออนไลน์ โดยกำหนดเกณฑ์ความพึงพอใจของผู้ใช้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของไลเคิร์ต (Likert Scale) [14] โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นกำหนดเกณฑ์ในการแปลค่าของคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้ในแต่ละระดับดังนี้ [15]

- ค่าเฉลี่ย 4.50–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง ความพึงพอใจมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00–1.49 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์

ผลจากการดำเนินการพัฒนาเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ตามวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) โดยการใช้เทคนิคแบบเรสพอนซิฟ พบว่าผู้ใช้งานที่เข้าชมเว็บไซต์ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ก่อนการพัฒนาเว็บไซต์เป็นแบบเรสพอนซิฟที่ถูกออกแบบสำหรับหน้าจอ 1024×768 พิกเซลและกำหนดความกว้างของหน้าเว็บเพจที่ 960px ผู้เข้าชมที่ใช้จอความละเอียดเท่ากันนี้จะสามารถชมเนื้อหาทั้งหมดได้พอดีเต็มจอภาพ แต่ถ้าผู้เข้าชมใช้จอความละเอียด 1280×1024 หรือสูงกว่า ขนาดของเว็บเพจและองค์ประกอบต่างๆ จะเล็กลงและแสดงผลไม่เต็มจอภาพ หลังจากพัฒนาเว็บไซต์เป็นแบบเรสพอนซิฟโดยการกำหนดโครงสร้างของเว็บไซต์ให้มีความกว้างหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ แทนการกำหนดเป็นแบบพิกเซล จะพบว่าองค์ประกอบต่างๆ ทั้งรูปภาพและเนื้อหาจะปรับขนาดไปตามหน้าจอขนาดต่างๆ

ส่วนผู้ใช้งานที่เข้าชมเว็บไซต์ผ่านแท็บเล็ต ก่อนการพัฒนาผู้ใช้งานจะต้องเลื่อนหน้าจอเพื่ออ่านข้อมูลที่ขาดหายไป หลังจากพัฒนาเว็บไซต์เป็นแบบเรสพอนซิฟแล้วองค์ประกอบต่างๆ สามารถปรับได้พอดีกับขนาดหน้าจอ

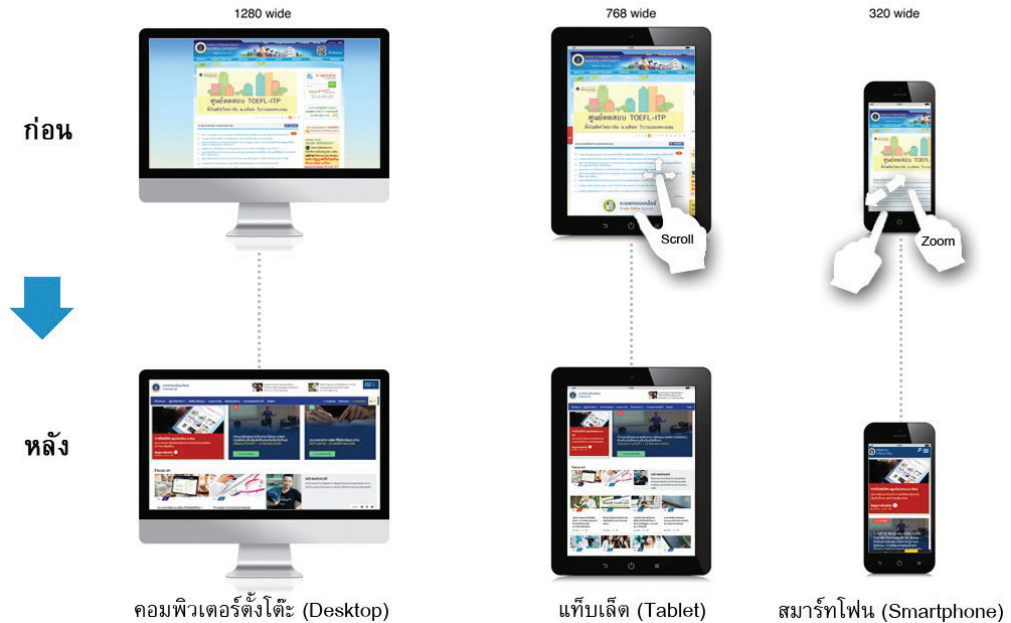
และสำหรับผู้ใช้งานที่เข้าชมเว็บไซต์ผ่านสมาร์ตโฟน ก่อนการพัฒนา เว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยยังไม่รองรับการเข้าชมผ่านสมาร์ตโฟนด้วยขนาดอักษรตัวที่เล็กทำให้ผู้ใช้ต้องย่อหรือขยาย เพื่อให้ตัวอักษรมีขนาดใหญ่ขึ้นและแสดงได้ชัดขึ้น ซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้งาน อีกทั้งรูปภาพมีขนาดใหญ่เกินไปทำให้เว็บไซต์โหลดช้า หลังจากพัฒนาเว็บไซต์เป็นแบบเรสพอนซิฟแล้ว พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการแสดงผลในหน้าเว็บเพจผ่านสมาร์ตโฟนได้ ทำให้มองเห็นข้อมูลในหน้าเว็บเพจได้อย่างถูกต้องครบถ้วน เข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น มีความง่ายต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 5

3.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเว็บไซต์

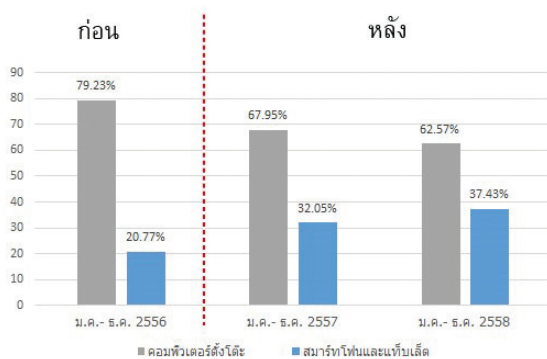
3.2.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานก่อนและหลังจากการใช้ Google Analytics เก็บสถิติผู้ใช้งานเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย ช่วงก่อนการพัฒนาเว็บไซต์ (1 มกราคม–31 ธันวาคม 2556) กับช่วงหลังการพัฒนาเว็บไซต์ (1 มกราคม–ธันวาคม 2557 และ 1 มกราคม–31 ธันวาคม 2558) เปรียบเทียบระหว่างผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ต พบว่าผู้ใช้งานเว็บไซต์ก่อนการพัฒนาผ่านคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะมีจำนวนลดลงจาก 79.23% เป็น 67.95% และมีแนวโน้มลดลงอีกในปี 2558 เป็นจำนวน 62.7% ส่วนผู้ใช้งานเว็บไซต์ก่อนการพัฒนาผ่านสมาร์ตโฟน/แท็บเล็ตมีจำนวนเพิ่มขึ้นจาก 20.77% เป็น 32.05% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกในปี 2558 เป็น 37.43% ดังรูปที่ 6

3.2.2 สถิติผู้เข้าชมเว็บไซต์ผ่านอุปกรณ์ต่างๆ

จากข้อมูลสถิติที่ได้จาก Google Analytics พบว่าจำนวนผู้เข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ (Page Views) ของเว็บไซต์

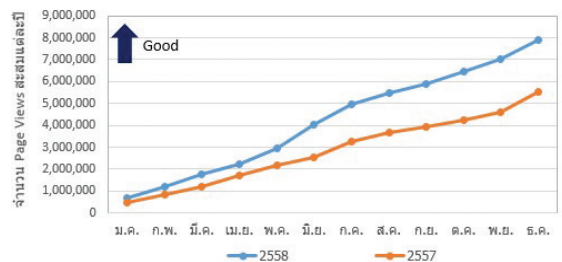


รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบการแสดงผลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนและหลังการพัฒนาเว็บไซต์



รูปที่ 6 เปรียบเทียบการใช้งานเว็บไซต์ก่อนและหลังการพัฒนา

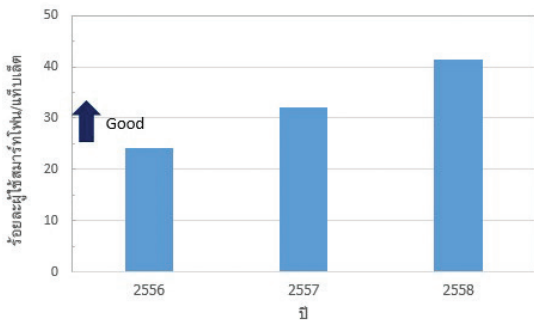
บัณฑิตวิทยาลัยมีจำนวนเพิ่มสูงขึ้น จากสถิติเมื่อปี 2557 เริ่มทำการติดตั้งเครื่องมือวัดผลสถิติบนเว็บไซต์ พบว่ามีจำนวนผู้เยี่ยมชมเว็บไซต์ 5,039,499 เพจวิว และในปี 2558 หลังจากได้มีการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟแล้วเสร็จ พบว่ามีจำนวนผู้เยี่ยมชมเว็บไซต์เพิ่มขึ้นถึง 7,628,976 เพจวิว ดังรูปที่ 7



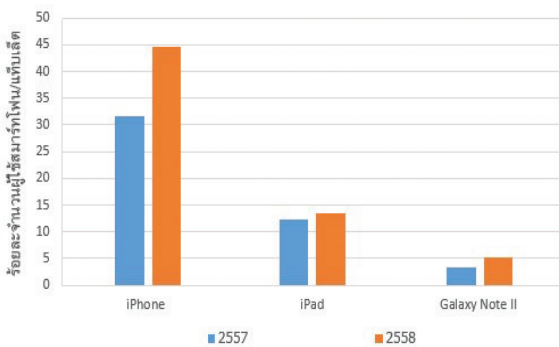
รูปที่ 7 แนวโน้มจำนวนผู้เข้าเยี่ยมชมเว็บไซต์ (Page Views) หลังการพัฒนา

จากสถิติการเข้าชมเว็บไซต์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า ผู้ใช้งานเว็บไซต์ผ่านสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตในปี 2558 หลังจากได้มีการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ มีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.7 เมื่อเทียบกับปี 2557 ดังรูปที่ 8

นอกจากนี้ยังพบว่า สมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตที่นิยมใช้เข้าชมเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย 3 อันดับแรก คือ iphone, ipad และ Galaxy Note II มีแนวโน้มการใช้งานสูงขึ้นในช่วงปี 2557-2558 ดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 ภาพรวมจำนวนผู้ใช้เว็บไซต์หลังการพัฒนาผ่านสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ต



รูปที่ 9 จำนวนผู้ใช้เว็บไซต์หลังการพัฒนาผ่านสมาร์ทโฟน/แท็บเล็ตที่นิยม 3 อันดับแรก

3.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยแบบเรสพอนซีฟ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์หลังการพัฒนาพบว่า ผู้ใช้งานเว็บไซต์มีความพึงพอใจประสิทธิภาพของเว็บไซต์ในความเร็วในการเข้าถึงข้อมูลหน้าเว็บเพจในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.58 รองลงมาคือ ความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซต์ อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย 4.28 และรองลงมาคือ ความพึงพอใจในความง่ายในการใช้งาน อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย 4.05 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บไซต์หลังการพัฒนา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
1. การออกแบบเว็บไซต์	4.28	มาก
2. ความง่ายในการใช้งาน	4.05	มาก
3. ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาหน้าเว็บเพจ	4.58	มากที่สุด

4. อภิปรายผลและสรุป

4.1 การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์

การพัฒนาเว็บไซต์ตามวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) โดยการใช้เทคนิคแบบเรสพอนซีฟ กรณีศึกษาจากเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ทำโดยการวิเคราะห์ระบบเดิมแล้วจึงออกแบบพัฒนาระบบใหม่หลังการพัฒนาระบบ พบว่าการออกแบบเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซีฟ สามารถแก้ไขปัญหาการแสดงผลในหน้าเว็บเพจผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้ การจัดการเนื้อหาและเว็บไซต์ทำได้ง่าย แก้ไขข้อมูลเพียงครั้งเดียวสามารถรองรับได้ทุกอุปกรณ์ทำให้มองเห็นข้อมูลในหน้าเว็บได้อย่างถูกต้องครบถ้วน การแสดงผลที่รวดเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากใช้ภาษาคอมพิวเตอร์เวอร์ชันล่าสุด คือ HTML5 และ CSS3 มีความง่ายต่อการใช้งาน และเว็บไซต์มีความทันสมัย รูปแบบการออกแบบโดดเด่นสวยงามมากขึ้น

ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yadav and Barwal [16] สรุปได้ว่าการออกแบบเว็บไซต์ด้วยเทคนิคเรสพอนซีฟ บนเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดลที่พัฒนาขึ้น สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานระบบเดิมได้ ทำให้เว็บไซต์เป็นลักษณะง่ายสำหรับผู้ใช้งาน (User Friendly) และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้จริง

4.2 การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานต่อเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ

ผู้ใช้งานเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ มีพฤติกรรมการเข้าชมเว็บไซต์ที่เปลี่ยนแปลงไป จากเดิมที่เคยใช้อินเทอร์เนตผ่านทางคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เปลี่ยนมาใช้อินเทอร์เน็ตผ่านทางสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตมากยิ่งขึ้น และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงพบข้อสรุปได้ว่า เว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ สามารถรองรับการแสดงผลในหน้าจอได้หลากหลาย และสามารถปรับขนาดได้ตามหน้าจอของอุปกรณ์ที่ใช้งาน เป็นการพัฒนาเว็บไซต์เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานผ่านเทคโนโลยีใหม่ๆ และสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งานในปัจจุบัน

4.3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในด้านประสิทธิภาพของเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยแบบเรสพอนซิฟ

ผู้ใช้งานเว็บไซต์บัณฑิตวิทยาลัยที่พัฒนาด้วยเทคนิคเรสพอนซิฟ มีความพึงพอใจต่อการพัฒนาเว็บไซต์ในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาหน้าเว็บเพจ เพราะเทคนิคนี้ช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม ด้วยการใช้ภาษา HTML5 และ CSS3 ทำให้เว็บไซต์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังมีความพึงพอใจในความทันสมัยและการออกแบบที่สวยงาม เพราะการแสดงผลหน้าเว็บเพจมีความครบถ้วนสมบูรณ์ในแต่ละอุปกรณ์ ไม่ต้องทำการเลื่อนหน้าจอเพื่ออ่านข้อมูล เป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เข้าชมเว็บไซต์ให้สามารถใช้งานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ที่สนับสนุนให้พนักงานมหาวิทยาลัยทำงานวิจัย และผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศและประกันคุณภาพ ที่ได้ให้การสนับสนุน เสียสละเวลาให้

คำปรึกษาและคำแนะนำที่มีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งมาโดยตลอด จนสำเร็จเป็นงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Rivera and R. van der Meulen. (2013, April). *Gartner Says Worldwide PC, Tablet and Mobile Phone Combined Shipments to Reach 2.4 Billion Units in 2013*. [Online]. Available: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2408515>
- [2] M. Fisch. (2012). *Mobile-friendly sites turn visitors into customers*. [Online]. Available: <https://analytics.googleblog.com/2012/09/mobile-friendly-sites-turn-visitors.html>
- [3] S. Mohorovicic, "Implementing responsive web design for enhanced web presence," *Proceedings of Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics*, pp. 1206–1210, 2013.
- [4] O. Aiemsiriwong, *System Analysis and Design*. Bangkok: SE-ED Learning Center, 2002 (in Thai)
- [5] E. Marcotte, *Responsive Web Design*. New York: Jeffrey Zeldman, 2014.
- [6] D. M. Lestari, D. Hardianto, and A. N. Hidayanto, "Analysis of user experience quality on responsive web design from its informative perspective," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 8, no. 5, pp. 53–62, 2014.
- [7] B. Frain, *Responsive Web Design with HTML5 and CSS3*. Birmingham: Packt Publishing, 2012.
- [8] W. Peng and Y. Zhou, "The design and research of responsive web supporting mobile learning device," *2015 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, pp. 163–167, Wuhan, 2015.

- [9] T. Kansungnern, “Media and knowledge management for tourism development: The golden travel route in Sanuk province,” *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*, vol. 7, no. 14, pp. 1–14, 2015 (in Thai).
- [10] CSS3 Units. (2016, June 10). [Online]. Available: http://www.w3schools.com/cssref/css_units.asp
- [11] K. V. Natda, “Responsive web design,” *Journal of OMVVIM*, vol. 1, no. 1, pp. 9–12, 2013.
- [12] J. Grigsby and L. D. Gardner, *Head First Mobile Web*. California: O’Reilly Media, 2012.
- [13] M. Smith, “With the use of ‘Responsive web design’ techniques, is it truly possible to create a website that caters for all devices?” School of Computing & Mathematics, University of Derby, 2014.
- [14] R. Likert, *A Technique for the Measurement of Attitudes*. Archives of Psychology, New York, pp.1–55, 1932.
- [15] N. Singh, M. Giri, and S. Mathew, “Responsive website a transformation in web designing,” *International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences*, vol. 3, no. 1, pp. 182–190, 2015.
- [16] P. Yadev and P. N. Barwai, “Designing responsive websites using HTML and CSS,” *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 3, no. 11, pp. 152–155, 2014.