

การกำหนดค่าน้ำหนักสำหรับปัญหาการเรียนรู้แบบออนไลน์ของนักศึกษา
ระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ถึง 3 ในสถานการณ์ COVID-19
โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
Weight Determination for Online Learning Problems of
First-to-Third-Year University Students in Covid-19
Pandemics Using Analytical Hierarchy Process

กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข^{1*} กัลยรัตน์ ต็มขลิบ¹ กาญจนารักษ์ บุญช่วย¹ นรี มณีสุวรรณสิน¹ ศศิวิมล ชูวิชัยวงศ์¹
พริดา วิภูญโญ² และ กนกกรณ์ ลีโรจนประภา³

Kittiwat Sirikasemsuk¹ Kanyarat Temkleb¹ Kanchanaporn Boonchuay¹ Naree Maneesuwannasin¹
Sasiwimon Chuvichaiwong¹ Parida Wipoopinyo² and Kanogkan Leerojanaprapa³

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

²สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

³ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹Department of Industrial Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology

²Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Prince of Songkla University

³Department of Statistics, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

วันที่ส่งบทความ : 5 กรกฎาคม 2565 วันที่แก้ไขบทความ : 3 สิงหาคม 2565 วันที่ตอบรับบทความ : 9 มีนาคม 2566

Received: 5 July 2022, Revised: 3 August 2022, Accepted: 9 March 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา กำหนด และเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาที่มีผลกระทบต่อการเรียนออนไลน์แบบประสานเวลาในสถานการณ์โควิด-19 โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยเริ่มจากการรวบรวมและจัดกลุ่มของปัญหาการเรียนออนไลน์ ซึ่งปัญหาที่ได้ มาจากการสัมภาษณ์นักศึกษาแต่ละชั้นปีเชิงลึกเป็นรายบุคคล ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ขณะสอบถามแบบปลายปิด นักศึกษาเรียนอยู่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จากการสำรวจและคำนวณค่าน้ำหนักของปัญหาการเรียนออนไลน์ด้วยวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ในภาพรวมของชั้นปีที่ 1-3 สามารถเรียงลำดับปัญหาที่สำคัญที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ อันดับที่ 1 ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ อันดับที่ 2 ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ อันดับที่ 3 ปัญหาด้านการประเมินและปริมาณงานมากเกินไป อันดับที่ 4 ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย อันดับที่ 5 ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย ผลจากการจัดอันดับ

*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: kittiwat.sirikasemsuk@gmail.com

ดังกล่าวผู้ที่เกี่ยวข้องควรนำปัญหาดังกล่าวไปหาแนวทางการแก้ไขต่อไปในอนาคต ทำให้เกิดประโยชน์แก่นักศึกษาในการเรียนในช่วงสถานการณ์วิกฤต

คำสำคัญ : การเรียนออนไลน์ สถานการณ์โควิด-19 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น การเรียนแบบประสานเวลานักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์

Abstract

This research aims to study, determine, and prioritize the problems affecting synchronous online learning in the COVID-19 pandemic by applying the principles of the Analytic Hierarchy Process (AHP), starting from the collection and grouping of online learning problems individually through in-depth interviews with students. The population used in this research during the closed-ended questionnaire was engineering students, 1st-3rd year at the university. Researchers found that the weights of the AHP online learning problems in 1st-3rd year students can be arranged in order of the most important to the least important as follows: the first place was the problem that students cannot do practical experiments; the second was the physical and mental stress; the third was a large amount of work and a short exam time; the fourth was inadequate equipment and internet signal; and the last place was the unfavorable environment. As a result of such a ranking, the responsible people should take on the problem and find solutions in the future. It will be useful for students to study during the next crisis situation.

Keywords: Online learning, COVID-19 Pandemic, AHP, Synchronous learning, Engineering student

1. บทนำ

โรคโควิด-19 (Corona Virus Disease, COVID-19) คือ โรคติดต่อซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาชนิดที่มีการค้นพบล่าสุด เป็นไวรัสที่สามารถติดเชื้อได้ทั้งในมนุษย์และสัตว์ โดยไวรัสโคโรนา (Coronavirus) เป็นไวรัสและโรคอุบัติใหม่ มีการระบาดครั้งแรกในเดือนธันวาคมปี ค.ศ. 2019 ที่เมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน ก่อนมีการระบาดใหญ่ไปทั่ว จำนวนผู้ป่วยจะเพิ่มสูงขึ้นเป็นวงกว้างจากการแพร่เชื้อแบบกลุ่ม [1]-[2] ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างซึ่งรวมถึงภาคการศึกษา เนื่องจากสถานศึกษาทุกระดับไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามปกติ สถาบันการศึกษาในหลายประเทศนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ เพื่อเปิดการเรียนการสอนผ่านออนไลน์ (Online) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ดำเนินจัดการศึกษาต่อไปได้อย่างราบรื่น นักศึกษาสามารถเข้าถึงการศึกษาได้แม้ว่าจะอยู่ที่บ้าน มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ได้ออกมาประกาศทำการเรียนการสอนออนไลน์ตามนโยบายของรัฐบาลในช่วงเวลาดังกล่าว [3]-[4]

มาตรการดังกล่าวนำไปสู่ชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) ด้านการศึกษาที่ไม่ค่อยสะดวกทั้งกับผู้ปกครองและกับตัวนักเรียนหรือนักศึกษา นั่นคือ “เรียนออนไลน์” ผ่านช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาการเรียนออนไลน์ต่าง ๆ มากมาย [5]

เริ่มแรกผู้เรียนหรือนักศึกษาจะถูกจัดให้เป็นการเรียนการสอนตามปกติในชั้นเรียน (Onsite) แต่เนื่องจากมีสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด จึงทำให้ต้องเปลี่ยนการเรียนการสอนไปเป็นแบบออนไลน์แบบประสานเวลาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Synchronous learning method) อย่างกะทันหัน โดยที่ผู้เรียนไม่ได้ตั้งใจจะเรียนแบบออนไลน์นี้มาตั้งแต่แรก ดังนั้นคำถามงานวิจัย คือ นักศึกษามีปัญหาการเรียนรู้อย่างไร และปัญหาใดสำคัญมากและน้อยที่สุด

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเรียนออนไลน์ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาที่มีความสำคัญที่สุด โดยการประยุกต์ใช้หลักการทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (AHP)

ขอบเขตของงานวิจัยนี้จะศึกษาและสอบถามเฉพาะนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 3 ภาควิชาหนึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ เนื่องจากชั้นปีที่ 4 บางคนมีการลงทะเบียนแบบสหกิจศึกษาและส่วนที่เหลือทำวิชาโครงการ จึงมีวิชาไม่มากที่ต้องเรียนออนไลน์ ดังนั้นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จึงไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้ โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ในการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ของค่าน้ำหนักความสำคัญในแต่ละปัจจัยจะต้องมีอัตราค่าสอดคล้อง $C.R. \leq 0.1$ แสดงถึงข้อมูลที่สอดคล้องกันและมีผลประเมินที่สามารถยอมรับได้ [6]-[7]

1.1 ประวัติความเป็นมา COVID-19

COVID-19 เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อ Coronavirus SARS-CoV-2 เชื้อนี้มีผลต่อปอด ระบบทางเดินหายใจ และอวัยวะอื่น ๆ เชื้อไวรัสโคโรนามาจากไวรัสตระกูลใหญ่ตระกูลหนึ่งที่เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยซึ่งรวมถึงโรคไข้หวัด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (SARS) และโรคระบบทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) เชื้อ SARS-CoV-2 เป็นที่รู้จักครั้งแรกในประเทศจีนและน่าจะมาจากสัตว์ แต่ยังไม่เป็นที่ชัดเจนว่าไวรัสนี้เข้าสู่มนุษย์ได้อย่างไร ไวรัส COVID-19 ได้เปลี่ยนสายพันธุ์ไปตามกาลเวลาเพื่อปรับตัวเข้ากับมนุษย์ การกลายพันธุ์เหล่านี้บางส่วนได้แก่ สายพันธุ์ Delta สามารถแพร่กระจายได้ง่ายกว่าไวรัสดั้งเดิมและทำให้เกิดโรคที่รุนแรงมากกว่าเดิม อาการต่าง ๆ ประกอบไปด้วย มีอาการไอขึ้นมาใหม่หรืออาการไอทรุดลง เป็นไข้ หายใจลำบาก เจ็บคอ จามและน้ำมูกไหล การไม่ได้กลิ่นชั่วคราวหรือการรับรสชาติเปลี่ยนแปลงไป [8]

สายพันธุ์ย่อยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่ มีวิวัฒนาการกลายพันธุ์บน Receptor-binding Site แตกต่างกันไปตามตำแหน่งและจำนวนที่เกิดการกลายพันธุ์ เช่น BA.2.3.20, BA.2.75.2, CA.1, BR.2, BN.1, BM.1.1.1, BU.1, BQ.1.1 และสายพันธุ์ลูกผสม XBB เป็นต้น [9]

1.2 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เป็นหนึ่งในเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย โดยมีทางเลือกที่จำกัดและไม่มีสมการข้อจำกัดที่ชัดเจน ถูกพัฒนาขึ้นใน ค.ศ.1970 โดย Thomas L. Saaty เป็นการแปลงสิ่งที่ไม่สามารถวัดค่าในเชิงปริมาณมาพิจารณาในเชิงปริมาณ มีการกำหนดมาตราส่วนในการพิจารณา มีการเปรียบเทียบปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผลในทุกปัจจัยที่พิจารณา ทำให้ผลการตัดสินใจมีความถูกต้องรัดกุมมากขึ้น [6]-[7],[10]

ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เป็นการนำเอาความคิดความรู้สึกที่เป็นนามธรรมนำมาให้ค่าน้ำหนัก โดยใช้ตัวเลขแทนค่า เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรม มีกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังนี้ [7]

ขั้นตอนที่ 1 การจัดโครงสร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีโครงสร้างกระบวนการเลียนแบบความคิดของมนุษย์

ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise comparison) หรือเรียกว่า เมตริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise comparison matrix) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่ ๆ โดยใช้ตัวเลขแทนค่า

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ โดยมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

(1) สร้างตารางเมตริกซ์ที่ได้ Normalization

(2) หาเวกเตอร์ลำดับความสำคัญด้วย Eigen vector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว (Normalized matrix)

(3) คำนวณค่าลำดับความสำคัญในลำดับชั้นรองลงมาตามเกณฑ์ โดยน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในแต่ละชั้นสามารถหาได้ดังสมการที่ (1)

$$AW = \lambda_{max}W \quad (1)$$

โดยที่ A แทนสแควร์เมตริกซ์ระดับความคิดเห็น ซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

W แทน Eigen vector

λ_{max} แทน Maximum eigen value หรือ Principal eigen value
(ดูงานวิจัยของ Saaty [11] เพิ่มเติม)

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) ใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังนี้

(1) คำนวณหาค่า λ_{max}

(2) คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) หาได้ดังสมการที่ (2)

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (2)$$

เมื่อ n = จำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) ดังสมการที่ (3)

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (3)$$

ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงซ้อน (R.I.) เป็นค่าที่ได้มาจากการประมวลผลในแบบจำลองและมีความแตกต่างกันตามขนาดของเมตริกซ์

สำหรับค่าของ C.R. ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ ถ้ามากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้

หมายเหตุ คำว่า “เกณฑ์” ในหัวข้อ 1.2 นี้ งานวิจัยฉบับนี้จะใช้คำว่า “ปัญหา” แทน ซึ่งจะเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์

1.3 ทฤษฎีการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งประเภท (Stratified random sampling) โดยใช้สูตรของ ยามาเน่ [12] ดังสมการที่ (4)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (4)$$

โดยที่ n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทนขนาดของประชากรทั้งหมด

e แทนค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

การสุ่มแบบแบ่งประเภท (Stratified random sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยที่ประชากรมีความแตกต่างกันในแต่ละประเภท โดยประกอบไปด้วยสมาชิกของแต่ละกลุ่มย่อย [13]

1.4 ลักษณะการเรียนการสอน

ลักษณะการเรียนการสอน สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ดังนี้ [14]

(1) การเรียนการสอนแบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous learning method) เป็นการเรียนการสอนที่สร้างเว็บไซต์ขึ้นมา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าเรียนรู้เนื้อหาวิชา ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ที่ใดก็ได้ โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่ต้องรอเพื่อตอบโต้กันภายในเวลาเดียวกัน

(2) การเรียนการสอนแบบประสานเวลา (Synchronous learning method) เป็นการเรียนการสอนที่มีผู้ส่งและผู้รับอยู่ในเวลาเดียวกัน โดยใช้การรับส่งข่าวสารข้อมูลภายในเวลาเดียวกันหรือพร้อมกัน เกิดการปฏิสัมพันธ์แบบทันทีทันใด เช่น ห้องสนทนา (Chat room) การประชุมผ่านวิดีโอ (Video conference) เป็นต้น

หมายเหตุ ในงานวิจัยฉบับนี้จะมีขอบเขตที่ศึกษา คือ การเรียนการสอนแบบประสานเวลาเท่านั้น

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yoosuk และ Manisri [15] ได้พัฒนารหัสสถานที่ผู้ให้บริการโลจิสติกส์นำร่องได้จำนวน 30 รหัส จากนั้นนำมาสู่การพัฒนากระบวนการตัดสินใจแบบกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และค่าน้ำหนักปัจจัยที่ส่งผลต่อการคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ ซึ่งค่าน้ำหนักที่ได้จะถูกนำไปพัฒนาต่อในรูปแบบของเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการตัดสินใจคัดเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ต่อไป มีปัจจัยหลักที่ได้ 6 ปัจจัยซึ่งเรียงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านราคา ด้านการตอบสนอง ด้านเทคโนโลยี ด้านการบริการลูกค้า และด้านองค์กร ตามลำดับ

Tam และ Tummalab [16] ได้ศึกษาการคัดเลือกผู้จำหน่ายระบบโทรคมนาคมที่ดีที่สุด โดยปัจจัยหลักในการคัดเลือกมีดังนี้ ปัจจัยต้นทุน ปัจจัยทางเทคนิค ปัจจัยการดำเนินงาน และเกณฑ์เฉพาะผู้จำหน่าย เพื่อคัดเลือกระบบผู้ขายที่ดีที่สุดจากระบบผู้ขายทั้ง 4 ราย ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ทำให้สามารถการเลือกผู้ขายที่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า การใช้แบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นที่เสนอสามารถลดเวลาในการเลือกผู้ขายได้

Koohathongsumrit และ Meethom [17] เสนอแนวทางการตัดสินใจแบบผสมผสานหลายเกณฑ์ที่แปลกใหม่ (Novel Hybrid Multiple Criteria Decision-making) สำหรับการเลือกเส้นทางในห่วงโซ่อุปทานหลายรูปแบบ ซึ่งได้บูรณาการเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น การวิเคราะห์การห่อหุ้มข้อมูล (Data Envelopment Analysis: DEA) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution: TOPSIS) เพื่อแก้ไขปัญหาตามเกณฑ์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

Çolak และ Kaya [18] ได้เสนอแนะวิธีการประเมินพลังงานทดแทนสำหรับตุรกีโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแบบฟัซซี่ เพื่อกำหนดน้ำหนักของเกณฑ์การตัดสินใจ และใช้เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติแบบฟัซซี่ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของพลังงานทดแทน

Maqableh และ Alia [19] ทำการประเมินการเรียนรู้ออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีภายใต้การล็อกดาวน์ท่ามกลางการระบาดของ COVID-19 ผลการวิเคราะห์ของทั้งสองแบบสำรวจแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีปัญหาหลายอย่างในการเปลี่ยนมาเรียนออนไลน์ในช่วงการระบาดของโควิด-19 เช่น เทคโนโลยี สุขภาพจิต การบริหารเวลา และความสมดุลระหว่างชีวิตกับการศึกษา การศึกษานี้เสนอวิธีแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงประสบการณ์การเรียนรู้ออนไลน์และเพิ่มความพึงพอใจของนักเรียน ผลลัพธ์ที่สำคัญ พบว่า นักศึกษาจำนวนมากไม่พอใจกับการเรียนออนไลน์ในช่วง COVID-19 และความไม่พอใจของนักเรียนโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในช่วงสามภาคการศึกษาที่ตามขอบเขตที่ศึกษา

Andreolli และคณะ [20] ได้ใช้โมเดลกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น สำหรับการจัดลำดับความสำคัญหลายเกณฑ์ของโซลูชันติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับแผ่นดินไหวในอาคารอุตสาหกรรมที่ออกแบบด้วยแรงโน้มถ่วง ผลลัพธ์ที่ได้มีความหมายเชิงปฏิบัติหลายประการในการปฏิบัติงานแบบมีอาชีพ สิ่งเหล่านี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์เพื่อสนับสนุนรัฐบาลและหน่วยงานของรัฐในการออกแบบแผนฉุกเฉินที่เหมาะสมที่สุดเพื่อสนับสนุนการลงทุนในอาคารสำหรับติดตั้งเพิ่มเติมจากแผ่นดินไหว และส่งเสริมการแก้ปัญหาการติดตั้งเพิ่มเติมเฉพาะ

Alice และคณะ [21] ได้นำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาใช้ในการจัดอันดับและเลือกเว็บไซต์อีเลิร์นนิง (E-learning) ที่เหมาะสมตามข้อมูลเฉพาะเกณฑ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจให้นักศึกษา ในขณะที่ Colace และคณะ [22] เสนอกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อเลือกแพลตฟอร์มอีเลิร์นนิงที่เหมาะสมที่สุดโดยคำนึงถึงด้านเทคโนโลยีและการสอน

Begičević และคณะ [23] ได้กำหนดชุดเกณฑ์เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านเว็บโดยใช้แบบจำลองหลายเกณฑ์ในกระบวนการของกลุ่มการตัดสินใจ

Chen และ Yang [24] ใช้การวิเคราะห์ทฤษฎีพื้นฐานของวิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อประเมินความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนรู้ออนไลน์ จึงได้จัดตั้งระบบดัชนีประเมินผลโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ

Shee และ Wang [25] ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อตรวจสอบกิจกรรมตามการประเมินที่เกิดขึ้นก่อนและหลังขั้นตอนการรับเอาระบบอีเลิร์นนิงบนเว็บ ปรับปรุงคุณภาพของการเรียนรู้ผ่านเว็บ การรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับความสำคัญสัมพัทธ์ของการเลือกเกณฑ์ถูกตรวจสอบเชิงประจักษ์

Yang และ Chen [26] ได้จัดทำดัชนีต่าง ๆ เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ทางเว็บโดยอิงตามมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำวิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มาใช้เพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของการเรียนรู้ผ่านเว็บแพลตฟอร์ม

Jeong และ Yeo [27] ใช้คุณลักษณะการเปรียบเทียบแบบคู่ของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อประเมินเกณฑ์ที่แยกออกมา 9 ข้อเกี่ยวกับบริบทคุณภาพอีเลิร์นนิง หลังจากประเมินและระบุเกณฑ์น้ำหนักที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองคุณภาพสำหรับการจัดตั้งระบบอีเลิร์นนิง ในขณะที่ Sharma และคณะ [28] ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อประเมินและปรับปรุงเนื้อหาของหลักสูตรออนไลน์ที่เกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มสังคมต่าง ๆ ได้แก่ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา ศิษย์เก่า และอุตสาหกรรม

Zhang และคณะ [29] ได้สำรวจการรับรู้และทัศนคติของผู้คนที่มีการนำอีเลิร์นนิงไปใช้ตามมุมมองการนำนวัตกรรมในประเทศจีน เกณฑ์สำหรับการนำอีเลิร์นนิงมาใช้ได้ถูกกำหนดขึ้น

ผู้อ่านสามารถอ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวทางการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ในอีเลิร์นนิงได้จากผลงานของ Zare และคณะ [30]

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยพบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์โควิด-19 ซึ่งใช้วิธีการสัมภาษณ์หรือทำแบบสอบถาม โดยศึกษาภาพรวมนักศึกษาในมหาวิทยาลัย ซึ่งไม่ได้ศึกษาในส่วนของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ และไม่ได้ใช้เทคนิคของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มาช่วยในการวิเคราะห์และระบุปัญหาหรือปัจจัย เช่นงานวิจัยของ Maqableh และ Alia [19] ได้ทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจภาพรวมนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยจอร์แดน พบว่ามีปัญหาหลายอย่างในการเปลี่ยนมาเรียนออนไลน์ในช่วงการระบาดของโควิด-19 มีการแสดงอันดับของปัญหาการเรียนรู้อย่างออนไลน์ด้วยคะแนนที่ไปสอบถามมา

อนึ่ง ในด้านกระบวนการวิเคราะห์พบว่า มีการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาช่วยในการวิเคราะห์และระบุปัญหาหรือปัจจัย โดยใช้ค่าน้ำหนัก เช่น งานวิจัยของ Tam และ Tummalab [16] ได้ศึกษาการคัดเลือกผู้จำหน่ายระบบโทรคมนาคมที่ดีที่สุด และ Andreolli และคณะ [20] จัดลำดับ

ความสำคัญหลายเกณฑ์ของโซลูชันติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับแผ่นดินไหวในอาคารอุตสาหกรรมที่ออกแบบด้วยแรงโน้มถ่วง เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า งานวิจัยฉบับปัจจุบันนี้แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต คือ

1. งานวิจัยในอดีตรวมถึงงานวิจัยของ Zare และคณะ [30] จะมุ่งเน้นไปที่การเรียนการสอนแบบไม่ประสานเวลา และส่วนใหญ่เป็นการสอนผ่านทางเว็บไซต์โดยไม่สามารถโต้ตอบกับผู้สอนจริง ๆ ได้ แต่งานวิจัยฉบับปัจจุบันนี้จะเน้นที่การเรียนการสอนแบบประสานเวลา ซึ่งผู้เรียนยังสามารถโต้ตอบกับผู้สอนได้

2. งานวิจัยฉบับปัจจุบันนี้ จะเน้นศึกษาผลกระทบเป็นแบบพลวัต (Dynamic) ซึ่งคล้ายกับงานวิจัยของ Maqableh และ Alia [19] กล่าวคือ เริ่มแรกผู้เรียนจะถูกจัดให้เป็นการเรียนการสอนตามปกติในชั้นเรียน (Onsite) แต่เนื่องจากมีสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด จึงทำให้ต้องเปลี่ยนการเรียนการสอนไปเป็นแบบออนไลน์แบบกะทันหัน โดยที่ผู้เรียนไม่ได้ตั้งใจจะเรียนแบบนี้มาตั้งแต่แรก ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยในอดีตที่ผู้เรียนจะจงเลือกเรียนเป็นแบบออนไลน์หรือออนไลน์ตั้งแต่แรก

3. งานวิจัยฉบับปัจจุบันนี้ จะเน้นไปที่การเรียนของนักศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติการ (Workshop หรือ Laboratory) ซึ่งไม่เคยมีการเรียนแบบออนไลน์มาก่อน ดังนั้นจึงเป็นอีก 1 ในข้อแตกต่างจากงานวิจัยในอดีต

อันที่จริง ในงานวิจัยฉบับนี้ยังสามารถเลือกใช้เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติแบบพีซี กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบพีซี กระบวนการวิเคราะห์โครงข่าย (Analytic Network Process: ANP) ได้ แต่เหตุผลหลักที่งานวิจัยฉบับปัจจุบันนี้เลือกใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น เพราะเป็นเทคนิคที่เก่าแก่ ได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางมานาน และนำไปสู่เป้าหมายเพื่อตอบคำถามของงานวิจัยฉบับนี้ได้อย่างรวดเร็วแบบเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ จะเห็นได้จากงานวิจัยของ Zare และคณะ [30] ได้ระบุว่ามีการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (รวมทั้งกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นแบบพีซี) มากถึง 59.5% จากบทความทั้งหมด 42 ฉบับที่ถูกทบทวน นอกจากนี้แล้ว ทางผู้วิจัยมองว่า ได้มุ่งเน้นไปที่กลุ่มตัวอย่างที่มีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมาก จึงสร้างความน่าเชื่อถือได้ในระดับที่มาก จึงเป็นเหตุผลที่ไม่ได้ตัดสินใจเลือกใช้เทคนิคความคลุมเครือหรือพีซีเข้ามาช่วย

ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จะศึกษาปัจจัยหรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้แบบออนไลน์ของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ในสถานการณ์โควิด-19 แบบการเรียนการสอนแบบประสานเวลา แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย พร้อมทั้งระบุปัญหาที่มีความสำคัญที่สุด โดยการประยุกต์ใช้หลักการทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

หลังจากการกำหนดหัวข้อของงานวิจัย การตั้งคำถามของงานวิจัย และการทบทวนวรรณกรรมไปแล้ว ขั้นตอนวิจัยต่อไปนี้จะประกอบด้วย (1) รวบรวมและจัดกลุ่มของปัญหาการเรียนออนไลน์ (2) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (3) ออกแบบแบบสอบถามตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นและสัมภาษณ์ (4) ผลการวิจัย (5) สรุปผลการวิจัย ตามลำดับ

2.1 รวบรวมและจัดกลุ่มของปัญหาการเรียนออนไลน์

การรวบรวมและสำรวจปัญหาการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาจะมาจาก 2 ส่วน โดยส่วนแรก คือ การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่ 2 คือ มาจากการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามปลายเปิด นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาแห่งหนึ่ง ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ

ตัวอย่างปัญหาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง [19-30] เช่น

- ไม่มีสมาธิในระหว่างชั้นเรียนออนไลน์
- ปัญหาการเชื่อมต่อทางเทคโนโลยี
- การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ไม่เสถียร
- อุปกรณ์ไม่เพียงพอ
- การขาดความรู้ด้านเทคโนโลยี
- ข้อสอบมีระดับความยากเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเรียนรู้แบบดั้งเดิม
- มีปฏิสัมพันธ์กับครู และเพื่อนน้อยลง
- ปัญหาทางจิต และภาวะเครียด

ปัญหาที่ได้จากการสัมภาษณ์นักศึกษาแต่ละชั้นปีเชิงลึกเป็นรายบุคคล โดยใช้คำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ให้นักศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและลึกซึ้ง โดยจะสัมภาษณ์จนข้อมูลที่ได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว จึงหยุดกระบวนการสัมภาษณ์ เป็นจำนวน 52 คน จะได้ตัวอย่างปัญหาดังนี้

- ระยะเวลาในการสอบน้อยลงกว่าเดิมแต่ปริมาณข้อสอบเท่าเดิมหรือมากขึ้น ทำให้ทำข้อสอบไม่ทัน

- ไม่ได้ลงปฏิบัติงานจริง ให้นักศึกษาเรียนรู้ผ่านวิดีโอ

- สภาพแวดล้อมที่เรียนไม่เอื้ออำนวย เนื่องจากนักศึกษาบางคนเรียนออนไลน์ที่บ้านหรือเรียนห้องเดียวกับเพื่อนร่วมหอ เช่น สมาชิกในครอบครัวอาจมารบกวน เนื่องจากบางครอบครัวอาจไม่เข้าใจในระบบการเรียนแบบออนไลน์ หรือเวลาเรียนชนกับเพื่อนร่วมหอ

- อุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการศึกษา
- มีปฏิสัมพันธ์กับอาจารย์และเพื่อนลดลง เช่น ไม่ได้ทำกิจกรรมที่มหาวิทยาลัย
- มหาวิทยาลัยประชาสัมพันธ์เรื่องการให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ไม่ทั่วถึง
- สภาพจิตใจแย่ลง ซึมเศร้า เครียด และกดดัน

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่จะตัดปัญหาที่ได้ออกจากขอบเขตของงานวิจัยฉบับ มีเกณฑ์ดังนี้

- ปัญหาที่สามารถเกิดได้ทั้งการเรียนปกติและการเรียนแบบออนไลน์ออกไป
- ปัญหาที่อ่อนไหว เช่น ความสัมพันธ์ของนักศึกษากับบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย

สุดท้ายผู้วิจัยได้นำปัญหาของทั้งสองกลุ่ม คือ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และจากการสัมภาษณ์แบบปลายเปิด ทำการรวบรวม จัดเรียง และแบ่งกลุ่มของปัญหา

ในการจัดกลุ่มของปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) เพื่อระดมและรวบรวมความคิดที่กระจัดกระจายให้เป็นหมวดหมู่ โดยกลุ่มที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคล้ายคลึงกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นผู้เขียนได้ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) โดยนำหมวดหมู่ที่ได้ไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทำงานด้านการศึกษาไม่ต่ำกว่า 15 ปี จำนวน 3 ท่าน เพื่อยืนยันความเหมือนกันของปัญหาย่อยภายในกลุ่ม และยืนยันความแตกต่างกันของระหว่างกลุ่ม ทำให้ได้ปัญหาทั้งหมด 5 หมวดหมู่ ดังนี้

ปัญหา A คือ ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ โดยมีคำอธิบายดังนี้

- ไม่ได้ลงปฏิบัติงานจริง (การทำเวิร์กช็อปหรือแล็บ) ให้นักศึกษาเรียนรู้ผ่านวิดีโอ ทำให้นักศึกษาขาดทักษะด้านการทำงานภาคปฏิบัติ

ปัญหา B คือ ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีคนรบกวน โดยมีคำอธิบายดังนี้

- สภาพแวดล้อมที่เรียนไม่เอื้ออำนวย สมาชิกในครอบครัวอาจมารบกวนเพราะบางครอบครัวอาจไม่เข้าใจในระบบการเรียนแบบออนไลน์ หรือเวลาเรียนชนกับเพื่อนร่วมห้อง
- เสียงรบกวนจากภายนอก เช่น เสียงก่อสร้าง เสียงการจราจร และเสียงพูดคุย

ปัญหา C คือ ปัญหาด้านการประเมิน (ระยะเวลาสอบน้อยลง) และปริมาณงานมากเกินไป โดยมีคำอธิบายดังนี้

- มีการบ้านและรายงานมากเกินไป
- ระยะเวลาในการสอบน้อยลงกว่าเดิมแต่ข้อสอบเท่าเดิมหรือมากขึ้น ทำให้ทำข้อสอบไม่ทัน

ปัญหา D คือ ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย รวมถึงการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยไม่ทั่วถึง โดยมีคำอธิบายดังนี้

- สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร
- อุปกรณ์และอินเทอร์เน็ตอาจขัดข้องระหว่างการส่งข้อสอบผ่าน Google Form, Microsoft Team และ Google Classroom
- อุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการศึกษา
- มหาวิทยาลัยประชาสัมพันธ์เรื่องการให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ไม่ทั่วถึง
- ค่าใช้จ่ายในการเป็นอยู่เพิ่มขึ้น เช่น เช่าหอไว้แต่ไม่ได้เข้าไปอยู่ ค่าไฟฟ้าที่บ้าน

ปัญหา E คือ ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (สภาพร่างกายแย่งและเครียด) โดยมีคำอธิบายดังนี้

- สภาพร่างกายแย่ง เช่น ปวดคอ บ่า ไหล่ สะบัก หัว ขา สันเท้า และฝ่าเท้า และสายตาสั้นขึ้น
- สภาพจิตใจแย่ง ซึมเศร้า เครียด และกดดัน
- นอนหลับพักผ่อนไม่เพียงพอ
- รับประทานอาหารไม่ตรงเวลา

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาแห่งหนึ่ง ชั้นปีที่ 1-3 รวมนักศึกษาชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ จำนวน 348 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร Taro Yamane ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้กำหนดไว้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จำนวน 187 คน คิดเป็น 53.7 % โดยมีวิธีการคิดดังนี้

$$n = \frac{348}{1 + 348 * (0.05^2)} = 186.09 \approx 187$$

เมื่อใช้การสุ่มแบบแบ่งประเภท (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งเป็นชั้นปีดังนี้

- ชั้นปีที่ 1 จำนวนประชากร 121 คน จะได้นักศึกษาที่ต้องไปสอบถาม $121 \times 0.537 \approx 65$ คน
- ชั้นปีที่ 2 จำนวนประชากร 134 คน จะได้นักศึกษาที่ต้องไปสอบถาม $134 \times 0.537 \approx 72$ คน
- ชั้นปีที่ 3 จำนวนประชากร 93 คน จะได้นักศึกษาที่ต้องไปสอบถาม $93 \times 0.537 \approx 50$ คน

หมายเหตุ ในการแจกแบบสอบถามให้นักศึกษา ผู้วิจัยจะแจกแบบสอบถามด้วยจำนวนที่มากกว่าจำนวนที่คำนวณได้จากสูตรของ Taro Yamane (ดูในหัวข้อถัดไป) เพราะอาจจะได้กลับมาไม่ครบ

2.3 ออกแบบแบบสอบถามตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นและสัมภาษณ์

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามปลายเปิด ซึ่งได้รวบรวม จัดเรียง และแบ่งกลุ่ม ทำให้ได้ปัญหาหลักทั้งหมด 5 หมวดหมู่ สามารถเขียนโครงสร้างลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นได้ดังรูปที่ 1

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามปลายปิด ส่งให้กับกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการประเมิน โดยแบบสอบถามประกอบไปด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของข้อมูลทั่วไปของผู้ทำแบบสอบถาม และ

ส่วนที่ 2 คือ แบบประเมินที่ผู้ทำแบบสอบถามต้องให้คะแนนเพื่อเปรียบเทียบคู่ความสำคัญของปัญหาที่พบระหว่างเรียนออนไลน์ คะแนนที่มาจากคำพูดจะถูกแปลงมาเป็นตัวเลข ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ความหมายของการเปรียบเทียบรายคู่ [6]-[7]

ระดับความเข้มข้นของ ความสำคัญ	ความหมาย
1	เกณฑ์ทั้ง 2 เกณฑ์สำคัญเท่ากัน
3	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าระดับปานกลางกับอีกเกณฑ์
5	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าระดับมากกับอีกเกณฑ์
7	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าระดับมากที่สุดกับอีกเกณฑ์
9	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าระดับสูงสุดกับอีกเกณฑ์



รูปที่ 1. โครงสร้างลำดับชั้นของปัญหาตามวิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

หลังจากสัมภาษณ์ที่เป็นไปตามประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสามารถรวบรวมผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. จำนวนแบบสอบถามของนักศึกษาในแต่ละชั้นปี

ชั้นปี	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ ตั้งเป้าหมายไว้ (คน)	จำนวนแบบสอบถาม ที่ส่งไป (คน)	จำนวนแบบสอบถามที่ ได้กลับมา (คน)
1	121	65	90	73
2	134	72	100	84
3	93	50	70	61
รวม	348	187	260	218

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

หลังจากส่งแบบสอบถามปลายปิดไปให้กับนักศึกษาที่เกี่ยวข้องตามจำนวนในตารางที่ 2 ได้ประมวลผลโดยการระบุน้ำหนักปัญหาของนักศึกษาแต่ละคนโดยวิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น จะมีแบบสอบถามที่ค่า C.R. เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้

ชั้นปีที่ 1 ผ่านตามเกณฑ์ C.R. จำนวน 66 คน

ชั้นปีที่ 2 ผ่านตามเกณฑ์ C.R. จำนวน 75 คน

ชั้นปีที่ 3 ผ่านตามเกณฑ์ C.R. จำนวน 55 คน

ดังนั้นผู้วิจัยจะนำแบบสอบถามรวมทั้งหมด 196 คน นำมาใช้วิเคราะห์ผลต่อไป ซึ่งนั่นก็คือแบบสอบถามที่ค่า C.R. ไม่ผ่านจะไม่นำมาพิจารณา

3.1 ผลลัพธ์การทำแบบสอบถามและน้ำหนักของปัญหาที่ได้จากการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

จากการทำแบบสอบถามและนำคะแนนที่ได้ไปแปลงผลเป็นตัวเลขลงในรูปแบบตารางเมทริกซ์ จากนั้นนำข้อมูลไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัญหา โดยนักศึกษา 1 คน จะถูกวิเคราะห์ให้ได้น้ำหนักของปัญหาแต่ละปัญหาเรียงลำดับออกมา

ในงานวิจัยฉบับนี้มีแบบสอบถามที่ถูกนำมาใช้ 196 คน ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น 196 ครั้ง ทำให้ได้น้ำหนักปัญหาของนักศึกษาแต่ละคนออกมา

ในที่นี้ผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างการคำนวณจากนักศึกษาผู้ประเมิน 1 ตัวอย่าง ผลการเปรียบเทียบแบบคู่สามารถแปลงคะแนนได้ดังตารางที่ 3

นำข้อมูลข้างต้นมาคำนวณ ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวณ ดังนี้

1. จากตารางที่ 3 คอลัมน์ที่ 2 หาผลรวมในแนวดิ่งจากคะแนนในตารางเมทริกซ์ เช่น ปัญหา A
 $= 1.00 + 0.33 + 3.00 + 1.00 + 3.00 = 8.33$

2. จากตารางที่ 3 คอลัมน์ที่ 2 หาค่า Normalized Pairwise Matrix โดยนำคะแนนแต่ละตัวหารด้วยผลรวมในแนวดิ่งตามแถวของตัวเลขนั้น ๆ เพื่อปรับค่าผลรวมในแนวดิ่งให้เท่ากับ 1 ได้ดังตารางที่ 4 คอลัมน์ที่ 2 เช่น ปัญหา A ที่มีผลรวมในแนวดิ่งเท่ากับ $8.33 = 1.00/8.33, 0.33/8.33, 3.00/8.33, 1.00/8.33, 3.00/8.33$

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจแบบคู่ (แสดงผลของนักศึกษา 1 คนเพื่อเป็นตัวอย่าง)

ปัญหา	A	B	C	D	E
A	1.00	3.00	0.33	1.00	0.33
B	0.33	1.00	0.11	0.33	0.20
C	3.00	9.00	1.00	1.00	1.00
D	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00
E	3.00	5.00	1.00	1.00	1.00
รวม	8.33	21.00	3.44	4.33	3.53

ตารางที่ 4. ค่า Normalized Pairwise Matrix

ปัญหา	A	B	C	D	E
A	0.1200	0.1429	0.0959	0.2309	0.0943
B	0.0396	0.0476	0.0323	0.0762	0.0566
C	0.3601	0.4286	0.2906	0.2309	0.2830
D	0.1200	0.1429	0.2906	0.2309	0.2830
E	0.3601	0.2381	0.2906	0.2309	0.2830
รวม	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

3. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหา โดยนำผลรวมของค่า Normalized ในแนวนอนมาหารด้วยจำนวนปัญหาทั้งหมด ได้ดังตารางที่ 5 คอลัมน์ที่ 7 เช่น ปัญหา A $= (0.1200 + 0.1429 + 0.0959 + 0.2309 + 0.0943) / 5 = 0.1368$

ตารางที่ 5. ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหา

ปัญหา	A	B	C	D	E	ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหา
A	0.1200	0.1429	0.0959	0.2309	0.0943	0.1368
B	0.0396	0.0476	0.0323	0.0762	0.0566	0.0505
C	0.3601	0.4286	0.2906	0.2309	0.2830	0.3187
D	0.1200	0.1429	0.2906	0.2309	0.2830	0.2135
E	0.3601	0.2381	0.2906	0.2309	0.2830	0.2806
รวม	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

หมายเหตุ

A คือ ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ

B คือ ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีคนอื่นมารบกวน

C คือ ปัญหาด้านการประเมิน (ระยะเวลาสบน้อยลง) และปริมาณงานมากเกินไป

D คือ ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย รวมถึงการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยไม่ทั่วถึง

E คือ ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (สภาพร่างกายแย่ลง และเครียด)

4. ในขั้นตอนนี้จะแสดงตัวอย่าง การคำนวณและตรวจสอบค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) โดยมีรายละเอียดดังนี้ สามารถคำนวณหาได้ดังนี้

- คูณเมตริกซ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบจากตารางที่ 3 (Pairwise comparison) ด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหา (Preference vector) จะได้ค่าผลรวมของน้ำหนัก (Weighted sum value)

$$\begin{bmatrix} 1.00 & 3.00 & 0.33 & 1.00 & 0.33 \\ 0.33 & 1.00 & 0.11 & 0.33 & 0.20 \\ 3.00 & 9.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 1.00 & 3.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \\ 3.00 & 5.00 & 1.00 & 1.00 & 1.00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.1368 \\ 0.0505 \\ 0.3187 \\ 0.2135 \\ 0.2806 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.7020 \\ 0.2589 \\ 1.6793 \\ 1.1014 \\ 1.4766 \end{bmatrix}$$

- หารตัวเลขที่ได้แต่ละตัวดังกล่าวด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหา (Preference vector) จะได้อัตราส่วนของค่าผลรวมของน้ำหนักกับค่าน้ำหนักความสำคัญ ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 0.7020/0.1368 \\ 0.2589/0.0505 \\ 1.6793/0.3187 \\ 1.1014/0.2135 \\ 1.4766/0.2806 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.1263 \\ 5.1092 \\ 5.2721 \\ 5.1612 \\ 5.2653 \end{bmatrix}$$

- คำนวณหาค่า λ_{max} ด้วยการหาค่าเฉลี่ยจากอัตราส่วนดังกล่าว จะได้

$$\lambda_{max} = (5.1263 + 5.1092 + 5.2721 + 5.1612 + 5.2653) / 5 = 5.1868$$

- คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (C.I.) จะได้

$$C.I. = (5.1868 - 5) / (5 - 1) = 0.04671$$

- คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) จะได้

$$C.R. = (0.04671 / 1.12) = 0.0417$$

เมื่อ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (R.I.) = 1.12

จะเห็นได้ว่า ตัวอย่างของการทำแบบสอบถามของนักศึกษาคนนี้ มีค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) เท่ากับ 0.0417 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.10 หรือ 10 % จึงถือว่ามีความสอดคล้องกันของเหตุผลและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

โดยผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างที่ได้กลับมา 196 คน ซึ่งเกินจำนวนเป้าหมายและมีค่า C.R. ที่ผ่านตามเกณฑ์มาคำนวณด้วยวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ได้ค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละชั้นปีในหัวข้อถัดไป

3.2 วิเคราะห์และจัดลำดับปัญหาการเรียนออนไลน์แต่ละชั้นปี

จากนั้นนำค่าน้ำหนักความสำคัญของปัญหาจากนักศึกษาผู้ประเมินแบบสอบถาม 196 ราย มาคำนวณค่าทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ผล ดังตารางที่ 6

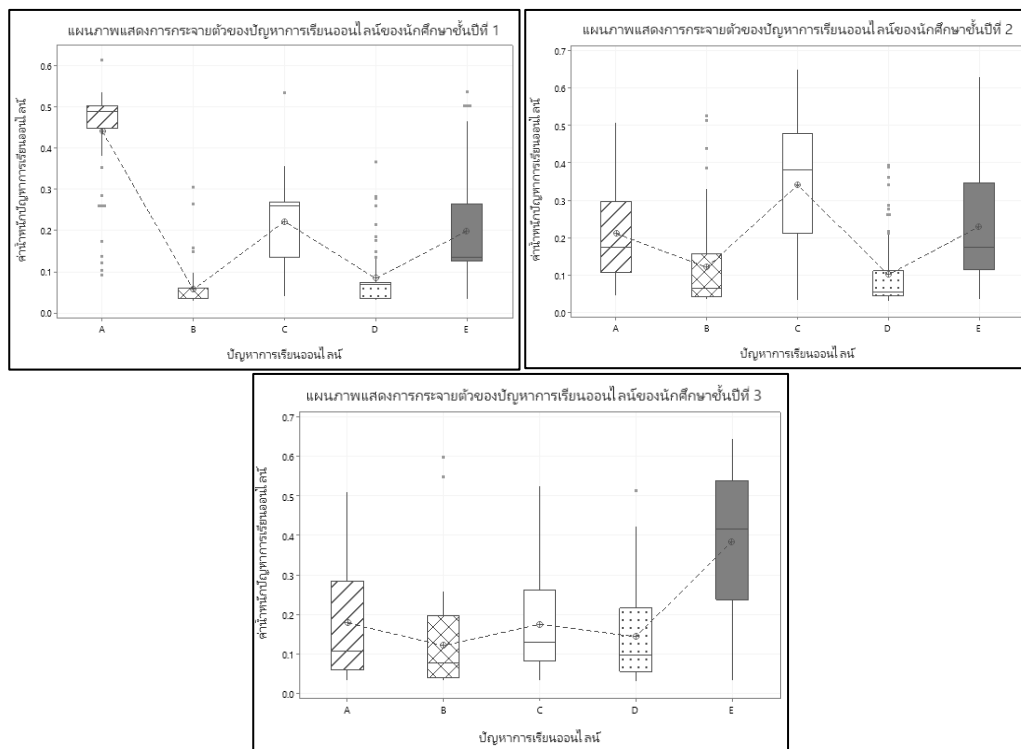
จากผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม โดยการนำค่าทางสถิติของน้ำหนักความสำคัญมาสร้างแผนภาพแสดงการกระจายตัว (Box plot) พบว่านักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 ได้ให้คะแนนแต่ละปัจจัยที่ต่างกันอย่างออกไป ซึ่งสามารถนำข้อมูลในแต่ละชั้นปีมาแสดงผลได้ ดังรูปที่ 2

จากรูปที่ 2 แสดงการกระจายตัวของปัญหาการเรียนออนไลน์ที่ได้จากนักศึกษาในแต่ละชั้นปี สามารถสรุปปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเรียนออนไลน์ในแต่ละชั้นปีเรียงลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญมากไปน้อยได้ ดังตารางที่ 7

ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ได้ ปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คือ ปัญหา A ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 คือ ปัญหา C ปัญหาด้านการประเมิน (ระยะเวลาสอบน้อยลง) และปริมาณงานมากเกินไป และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ได้ให้ปัญหา E ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (สภาพร่างกายแย่ง และเครียด) ตามลำดับ

ตารางที่ 6. ค่าทางสถิติของน้ำหนักความสำคัญของปัญหา

ชั้นปี	ค่าทางสถิติ	ปัญหา				
		A	B	C	D	E
1	Min	0.0907	0.0291	0.0394	0.0305	0.0340
	Max	0.6137	0.3058	0.5350	0.3654	0.5358
	X bar	0.4405	0.0564	0.2216	0.0832	0.1983
	S.D.	0.1180	0.0478	0.0850	0.0707	0.1361
2	Min	0.0447	0.0339	0.0307	0.0295	0.0357
	Max	0.5086	0.5251	0.6521	0.3942	0.6294
	X bar	0.2108	0.1198	0.3405	0.1003	0.2289
	S.D.	0.1378	0.1193	0.1614	0.0919	0.1579
3	Min	0.0322	0.0307	0.0305	0.0304	0.0333
	Max	0.5112	0.5995	0.5253	0.5147	0.6452
	X bar	0.1778	0.1203	0.1743	0.1427	0.3849
	S.D.	0.1494	0.1172	0.1303	0.1170	0.1731



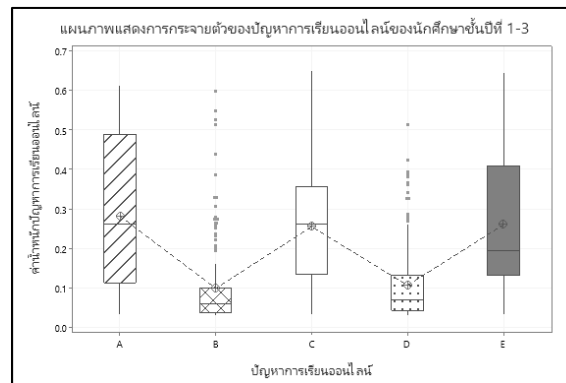
รูปที่ 2. แผนภาพแสดงการกระจายตัวของปัญหาการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาแต่ละชั้นปี

ตารางที่ 7. ลำดับปัญหาในแต่ละชั้นปี

ชั้นปี	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	ลำดับปัญหาจากค่าน้ำหนักความสำคัญมากไปน้อย
ชั้นปีที่ 1	66	A>C>E>D>B
ชั้นปีที่ 2	75	C>E>A>B>D
ชั้นปีที่ 3	55	E>A>C>D>B

3.3 วิเคราะห์และจัดลำดับปัญหาการเรียนออนไลน์ภาพรวม

ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาการเรียนออนไลน์ภาพรวมโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ได้ดังรูปที่ 3 ซึ่งเป็นค่าทางสถิติของน้ำหนักความสำคัญ ผลการจัดลำดับความสำคัญของนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 แบบภาพรวม มีดังนี้



รูปที่ 3. แผนภาพแสดงการกระจายตัวของปัญหาการเรียนออนไลน์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3

อันดับ 1 คือ ปัญหา A ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุด

อันดับ 2 คือ ปัญหา E ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (สภาพร่างกายแย่ง เครียด)

อันดับ 3 คือ ปัญหา C ปัญหาด้านการประเมิน (ระยะเวลาสอบน้อยลง) และปริมาณงานมากเกินไป

อันดับ 4 คือ ปัญหา D ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย รวมถึงการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยไม่ทั่วถึง

อันดับ 5 คือ ปัญหา B ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีคนรบกวน

4. สรุปผลการทดลอง

จากสถานการณ์โควิด-19 จึงนำไปสู่การเรียนออนไลน์ 2-3 ปีที่ผ่านมา นักศึกษาเกิดปัญหาการเรียนออนไลน์แบบประสานเวลา ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงสำรวจปัญหา โดยใช้แบบสอบถาม สอบถามนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาและมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในกรุงเทพฯ โดยใช้เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้เริ่มต้นจากสอบถามและสัมภาษณ์นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจัดกลุ่มด้วยแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) จัดทำแบบสอบถามปลายปิดเพื่อเปรียบเทียบปัญหาแบบที่ระบุให้นำมาใช้สอบถามนักศึกษาจำนวน 196 คน จากจำนวนทั้งหมด 348 คน พบว่า มีปัญหาทั้งหมด 5 หมวดหมู่ คือ 1) ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ (A) 2) ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีคนรบกวน (B) 3) ปัญหาด้านการประเมินและปริมาณงานมากเกินไป (C) 4) ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย (D) และ 5) ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (E)

การจัดลำดับของปัญหาการเรียนออนไลน์ภาพรวมโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตให้ผลดังนี้ $A > E > C > D > B$ โดยจะเห็นได้ว่า ปัญหา A คือ ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุด ถ้าวิเคราะห์ในแต่ละระดับชั้นปี จะเห็นว่า 3 ลำดับแรกของแต่ละชั้นปี คือ ปัญหา A C และ E มีการเรียงลำดับปัญหาที่สลับกันเองภายใน 3 ปัญหาดังกล่าวของแต่ละชั้นปี

ในส่วนปัญหา D และ B ที่นักศึกษาให้ความสำคัญน้อย มีผลการจัดลำดับอยู่ในอันดับที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งทางผู้วิจัยสันนิษฐานว่า ปัญหา B และ D นั้น นักศึกษาสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในระดับหนึ่ง แต่ในส่วนของ A C และ E อาจจะต้องได้รับความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย เช่น อาจารย์ผู้สอน คณะผู้บริหาร หรือภาครัฐ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาเหตุผลดังกล่าวเชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อมของนักศึกษาผู้ประเมินแบบสอบถามซึ่งอาจจะอธิบายแบบแยกอันดับปัญหาได้ดังนี้

อันดับ 1 คือ ปัญหา A ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุดในภาพรวม เนื่องจากหลักสูตรและแผนการศึกษาของมหาวิทยาลัยดังกล่าว นักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 มีจำนวนวิชาภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ที่ต้องเรียน 7-9 วิชาต่อภาคการศึกษา จึงมีความต้องการที่จะเรียนภายในมหาวิทยาลัยมากกว่าเรียนออนไลน์ เพื่อเพิ่มทักษะด้านการทำงานภาคปฏิบัติ อีกทั้งการเข้าไปเรียนในห้องเรียนนั้น สามารถทำให้นักศึกษามีสมาธิและจดจ่อต่อเนื้อหาที่เรียนมากกว่าเรียนแบบออนไลน์

อันดับ 2 คือ ปัญหา E ปัญหาด้านสุขภาพและจิตใจ รวมถึงไม่สามารถทำกิจกรรมได้ (สภาพร่างกายแย่ง เครียด) จากผลการคำนวณที่ได้ปัญหา A เป็นปัญหาอันดับ 1 นั้นอาจส่งผลต่อสภาพร่างกายและจิตใจของนักศึกษา เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 เริ่มเรียนออนไลน์ตั้งแต่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความเครียดระยะยาวได้ รวมไปถึงทำนั้งในการเรียนออนไลน์ที่อาจปฏิบัติไม่ถูกต้อง ส่งผลให้สภาพร่างกายแย่งเช่นกัน

อันดับ 3 คือ ปัญหา C ปัญหาด้านการประเมิน (ระยะเวลาสอบน้อยลง) และปริมาณงานมากเกินไป เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 มีจำนวนวิชาเป็นจำนวนมากในแต่ละภาคการศึกษา จากหลักสูตรและแผนการศึกษาของมหาวิทยาลัย พบว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 มีวิชาภาคทฤษฎีที่ต้องเรียนรวมกันมากถึง 60.78% ซึ่งวิชาทฤษฎีส่วนใหญ่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างเยาะและซับซ้อน รวมไปถึงการสอบวัดผลที่ยากและต้องใช้เวลาในการคิด

อันดับ 4 คือ ปัญหา D ปัญหาด้านอุปกรณ์ สัญญาณอินเทอร์เน็ต และค่าใช้จ่าย รวมถึงการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยไม่ทั่วถึง จากแบบสอบถามในส่วนที่ 1 พบว่า 70.59% ของจำนวนนักศึกษาที่ทำแบบสอบถามอาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ ในขณะที่เรียนออนไลน์ ด้วยเหตุนี้อาจทำให้นักศึกษาพบ

ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้น้อยกว่าปัญหาอื่น ๆ นอกจากนี้ นักศึกษาที่อาศัยอยู่ใกล้กับมหาวิทยาลัยยังสามารถใช้บริการอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทางมหาวิทยาลัยจัดเตรียมไว้ให้อีกด้วย

อันดับ 5 คือ ปัญหา B ปัญหาที่มาจากสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย มีคนรบกวน เป็นอันดับสุดท้าย เนื่องจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 มีการเรียนออนไลน์มาในระยะหนึ่งแล้ว จึงเกิดความคุ้นชินกับการเรียนออนไลน์ รวมไปถึงผู้ที่อาศัยร่วมกับนักศึกษาขณะที่เรียนออนไลน์ เช่น ผู้ปกครอง ครอบครัว เพื่อนร่วมห้อง เข้าใจสถานการณ์ในปัจจุบันมากขึ้น ทำให้ไม่เข้าไปรบกวนนักศึกษาระหว่างเรียนออนไลน์ได้ นอกจากนี้ 47.06% ของจำนวนนักศึกษาที่แบบสอบถามอาศัยอยู่คนเดียวในขณะที่เรียนออนไลน์ ดังนั้นจึงมีนักศึกษาส่วนน้อยที่พบปัญหาด้านสภาพแวดล้อมหรือมีคนรบกวนในขณะที่เรียนออนไลน์

ในบทความวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเรียนออนไลน์เป็นหลัก โดยไม่ได้ศึกษาถึงแนวทางการแก้ไขของแต่ละปัญหาอย่างละเอียด แต่จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา แนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น คือ นักศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมนอกเวลาเรียนและเพิ่มการเรียนการสอนในชั้นเรียน จัดสภาพแวดล้อมและมีข้อตกลงร่วมกับผู้ที่พักอาศัย เช่น เรื่องการรบกวน การใช้อินเทอร์เน็ต อาจารย์ผู้สอนควรปรับเปลี่ยนรูปแบบการวัดผลและให้ปริมาณงานที่ให้อย่างเหมาะสม รวมถึงมีกฎระเบียบการสอบที่ทันสมัย ภาครัฐ เอกชน และมหาวิทยาลัยควรจัดหาอุปกรณ์ อินเทอร์เน็ต รวมถึงลดค่าใช้จ่ายด้านการศึกษา เป็นต้น

นอกจากนี้ผลการทำวิจัยฉบับนี้แตกต่างจากในอดีต (เช่น งานวิจัยของ Maqableh และ Alia [19] และ Zare และคณะ [30]) โดยมีปัจจัยหรือปัญหาที่ค้นพบขึ้น ซึ่งไม่เหมือนกับงานวิจัยในอดีต ได้แก่ ปัญหาด้านไม่ได้ทำงานภาคปฏิบัติ ซึ่งถือได้ว่า เป็นปัญหาที่มีความสำคัญที่สุดด้วย

ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น มีข้อเสียคือความยุ่งยากในการคำนวณค่าที่ได้จากการตัดสินใจที่ละคู่และการหาค่าความสอดคล้อง แต่มีข้อดีคือช่วยขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียง ในการวิจัยในอนาคตอาจใช้หลักการทฤษฎีอื่น ๆ อาจทำให้ได้ข้อสรุปที่แตกต่างจากบทความวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามจากขอบเขตงานวิจัยฉบับนี้ได้เน้นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ในอนาคตอาจจะเพิ่มมุมมองของอาจารย์หรือผู้บริหารสอบถามเพิ่มเติมเข้ามาด้วย เพื่อที่จะได้นำปัญหานั้นไปแก้ไขแบบบูรณาการได้

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] World Health Organization. Coronavirus Disease (COVID-19) Questions and Answers. Available at: <https://www.who.int/thailand/emergencies/novel-coronavirus-2019/q-a-on-covid-19>. Retrieved 14 February 2022.
- [2] Mahidol University. What is COVID-19. Available at: <https://www.gj.mahidol.ac.th/main/knowledge2/covid19is/>. Retrieved 14 February 2022.
- [3] Thonghattha, M. 2021. The Situation of online learning management during the COVID-19 pandemic of foreign languages department teachers at pakphanang school in nakhon si thammarat province. *Journal of Lawasri*, 5(1), 43-52.
- [4] MARKETINGOOPS. COVID-19 Reforms Education around the World! Using New Learning Technology – Thai Universities Teaching Online. Available at: <https://www.>

- marketingoops.com/exclusive/business-case/covid-19-reinvent-global-education-system-with-educational-technology/. Retrieved 14 February 2022.
- [5] Bangkok Business. What is New Normal? When COVID-19 Push Us to Life Normal, New Way. Available at: <https://www.bangkokbiznews.com/lifestyle/882508>. Retrieved 14 February 2022.
- [6] Brunelli, M. 2014. Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Springer.
- [7] Mu, E. and Pereyra-Rojas, M. 2017. Practical Decision Making Using Super Decisions V3: An Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Springer.
- [8] New Zealand Government. 2022. The COVID-19 Virus and Symptoms. Available at: <https://covid19.govt.nz/languages-and-resources/translations/thai/prepare-and-staysafe/information-about-covid-19/the-covid-19-virus-and-symptoms/>. Retrieved 6 November 2022.
- [9] Sirilak, S. 2022. Classification Data Based on Surveillance Strains and Infectious Mutations. Available at: <https://www3.dmsc.moph.go.th/post-view/1708>. Retrieved 6 November 2022.
- [10] Saaty, T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
- [11] Saaty, T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- [12] Cirella, G.T., & Russo, A.E. 2020. Sustainable Interdisciplinarity: Human-Nature Relations. MDPI.
- [13] Dhivyadeepa, E. 2015. Sampling techniques in educational research. Lulu. com.
- [14] Sistek-Chandler, C.M. 2020. Exploring Online Learning through Synchronous and Asynchronous Instructional Methods. Advances in Mobile and Distance Learning (AMDL) Book Series. IGI Global.
- [15] Yoosuk, U. and Manisri, T. 2022. Developing location codes and decision support systems or logistics service provider selection. *Journal of MCU Social Science Review*, 11(1), 58-72.
- [16] Tam, M.C. and Tummala, V. R. 2001. An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system. *Omega*, 29(2), 171-182.
- [17] Koohathongsumrit, N. and Meethom, W. 2021. Route selection in multimodal transportation networks: a hybrid multiple criteria decision-making approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38(3), 171-185.
- [18] Çolak, M. and Kaya, I. 2017. Prioritization of renewable energy alternatives by using an integrated fuzzy MCDM model: A real case application for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 840-853.

- [19] Maqableh, M. and Alia, M. 2021. Evaluation online learning of undergraduate students under lockdown amidst COVID-19 Pandemic: The online learning experience and students' satisfaction. *Children and Youth Services Review*, 128, 106160.
- [20] Andreolli, F., Bragolusi, P., D'Alpaos, C., Faleschini, F. and Zanini, M. A. 2022. An AHP model for multiple-criteria prioritization of seismic retrofit solutions in gravity-designed industrial buildings. *Journal of Building Engineering*, 45, 103493.
- [21] Alice, P.S., Abirami, A.M. and Askarunisa, A. 2012. A semantic based approach to organize eLearning through efficient information retrieval for interview preparation. *Proceedings of International Conference on Recent Trends In Information Technology (ICRTIT)*, Chennai, India, 151-156.
- [22] Colace, F., De Santo, M. and Pietrosanto, A. 2006. Evaluation models for e-learning platform: an AHP approach. *Proceedings 36th Frontiers in Education Conference*, San Francisco, CA, 1-6.
- [23] Begičević, N., Divjak, B. and Hunjak, T. 2007. Prioritization of e-learning forms: a multicriteria methodology. *Central European Journal of Operations Research*, 15(4), 405-419.
- [24] Chen, Y. and Yang, M. 2010. Study and construct online self-learning evaluation system model based on AHP method. *Proceedings 2nd IEEE International Conference on Information and Financial Engineering (ICIFE 2010)*, Chongqing, China, 54-58.
- [25] Shee, D.Y. and Wang, Y.S. 2008. Multi-criteria evaluation of the web-based e-learning system: A methodology based on learner satisfaction and its applications. *Computers & Education*, 50(3), 894-905.
- [26] Yang, M. and Chen, Y. 2010, The research of evaluation system model of web self-learning based on ahp method and the system implement. *Proceedings of International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM)*, Taiyuan, China, 10-253.
- [27] Jeong, H.Y. and Yeo, S.S. 2013. The quality model for e-learning system with multimedia contents: a pairwise comparison approach. *Multimedia Tools and Applications*, 1-14.
- [28] Sharma, R., Banati, H. and Bedi, P. 2011. Incorporating social opinion in content selection for an elearning course. *Proceedings of 6th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, Singapore, 1027-1032.

- [29] Zhang, L., Wen, H., Li, D., Fu, Z. and Cui, S. 2010. E-learning adoption intention and its key influence factors based on innovation adoption theory. *Mathematical and Computer Modelling*, 51(11), 1428-1432.
- [30] Zare, M., Pahl, C., Rahnama, H., Nilashi, M., Mardani, A., Ibrahim, O. and Ahmadi, H. 2016. Multi-criteria decision making approach in e-learning: A systematic review and classification, *Applied Soft Computing*, 45, 108-128.