โครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่า ในการออกแบบอาคาร โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

A Structure of Factors Supporting Implementation of Value Engineering in Building Design Using Confirmatory Factor Analysis

ภัทรวรรณ ธราพร และจักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร

E-mail: gifzycivil@gmail.com,kpjakrap@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ **– ในโครงการการก่อสร้างปัจจุบัน ประเทศต่างๆ มีการใช้วิศวกรรมคุณค่า เพื่อช่วยลดต้นทุนก่อสร้างอย่างแพร่หลาย ตรงข้ามกับการก่อสร้างในประเทศไทยที่วิศวกรรมคุณค่ายังไม่มีการนำมาใช้มากนัก งานวิจัยส่วนใหญ่จะระบุสถานการณ์และแนวโน้มของวิศวกรรมคุณค่า อุปสรรคในการพัฒนาวิศวกรรมคุณค่า ประโยชน์และการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่า แต่ยังมีงานวิจัยเพียงส่วนน้อยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบอาคาร งานวิจัยนี้พัฒนาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบอาคาร โดยใช้แบบสอบถามสำรวจทัศนคติของผู้ที่ปฏิบัติงาน ที่อยู่ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ วิศวกรโยธา สถาปนิก และวิศวกรไฟฟ้า โดยมีสเกลวัดแบบลิเคิท ในการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ออกแบบก่อสร้างเกี่ยวกับระดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ ข้อมูลถูกวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อยืนยันโครงสร้างปัจจัยคือ (1) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 1 และ (2) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับ 2 ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างปัจจัยถูกแบ่งเป็นสี่กลุ่ม พร้อมน้ำหนักความสำคัญดังนี้ “การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน” (ร้อยละ 35) “การออกแบบระบบ” (ร้อยละ 33) “การออกแบบภายนอกอาคาร” (ร้อยละ 28) และ “การออกแบบโครงสร้าง” (ร้อยละ 4) ซึ่งโครงสร้างปัจจัยนี้จะเป็นประโยชน์กับอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่จะใช้วิศวกรรมคุณค่าเพื่อช่วยลดต้นทุนก่อสร้าง**

คำสำคัญ – วิศวกรรมคุณค่า, การวิเคราะห์ปัจจัย, การออกแบบอาคาร

Abstract **– Currently, construction projects in various countries use value engineering (VE) to reduce construction cost. Conversely, in Thai construction, VE has not been widely used. Most the literature identifies situations and trends of VE, obstacles of developing VE, benefits and application of VE. However, few research works have suggested a structure of factors supporting the implementation of VE in building design. This research was aimed to develop such a structure by surveying attitudes by Likert scale of practitioners in the positions of project manager, civil engineer, architecture and electrical engineer experienced in the implementation of VE about the level of importance placed on each factor. The data were analyzed to confirm the structure of factors by two methods: (1) 1st order confirmatory factor analysis and (2) 2nd order confirmatory factor analysis. The result shows that the structure can be divided into four groups with their weights of relative importance: “architectural design and interior decoration” (35%), “systems design” (33%), “Landscape design” (28%) and “Structural design” (4%).**

This structure of factor is beneficial for construction industry to determine an approach to implement VE to reduce construction cost.

Keywords – Value Engineering, Factor Analysis, Building Design.

1. บทนำ

วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เป็นเทคนิคการเพิ่มผลผลิต ซึ่งเน้นที่การลดต้นทุนการผลิตลง โดยทำการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงแบบผลิตภัณฑ์ แต่ยังคงหน้าที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น กล่าวคือวิศวกรรมคุณค่าจะช่วยวิเคราะห์แบบผลิตภัณฑ์เพื่อทำการสมดุลระหว่างต้นทุน และหน้าที่การใช้งานนั้นเอง ขั้นตอนการใช้วิศวกรรมคุณค่า เพื่อลดต้นทุนการผลิตสามารถแบ่งได้ 7 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นตอนทั่วๆไป (General Phase) (2) ขั้นรวบรวมข้อมูล (Information Phase) (3) ขั้นการวิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase) (4) ขั้นสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุ (Creation Phase) (5) ขั้นประเมินผลความคิด (Evaluation Phase) (6) ขั้นทดสอบพิสูจน์ (Investigation Phase) (7) ขั้นเสนอแนะ (Recommendation Phase) [1] ขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่านี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมก่อสร้างในต่างประเทศอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าจะถูกใช้ในเรื่องของการปรับปรุง/เปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง เพื่อทำให้เกิดต้นทุนการก่อสร้างที่ต่ำลง สำหรับในประเทศไทยก็ทำนองเดียวกัน วิศวกรรมคุณค่าถูกนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการออกแบบ โดยผู้ออกแบบส่วนใหญ่นิยมแบ่งประเภทของการออกแบบออกเป็นสี่กลุ่ม คือ (1) การออกแบบโครงสร้าง (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน (3) การออกแบบระบบ (4)การออกแบบภายนอกอาคาร จากการสอบถามผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ กลุ่มงานที่ผู้ออกแบบนิยมประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่ามากคือ กลุ่มการออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน กับกลุ่มการออกแบบระบบ เพราะทั้งสองกลุ่มนี้มีต้นทุนการก่อสร้างค่อนข้างสูง ถ้าสามารถลดต้นทุนของทั้งสองกลุ่มการออกแบบนี้ได้ ก็จะทำให้มูลค่าของอาคารโดยรวมลดลงอย่างมาก

จากเหตุผลข้างต้นจึงมีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่า เช่น Fong and Shen [2] ได้ศึกษาการจัดการคุณค่าในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในฮ่องกง โดยเริ่มศึกษาตั้งแต่ความรู้ความเข้าใจ การนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง แนวทางการพัฒนา และอุปสรรคของการพัฒนาทฤษฎีอีกด้วย Zhang *et al.* [3] ศึกษาทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า เพื่อพัฒนาในส่วนของการจัดการองค์ความรู้ของวิศวกรรมคุณค่า และทฤษฎีสร้างสรรค์ของวิศวกรรมคุณค่าเพื่อให้กระบวนการคิดสร้างสรรค์มีความเป็นระเบียบและตรงความต้องการ เพื่อเพิ่มเติมพลังด้านความคิดสร้างสรรค์ให้ทีมงานวิศวกรรมคุณค่า Palmer *et al.* [4] ศึกษาการใช้วิศวกรรมคุณค่าในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเติบโตมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยศึกษาเพื่อประเมินองค์รวมของวิศวกรรมคุณค่าที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา ทดสอบทฤษฎี การปฏิบัติงานจริงและประเมินความสำเร็จของวิศวกรรมคุณค่าในโครงการ และประมวลผลเป็นสถานกรณ์ปัจจุบันในประเทศ Chen and Hsu [5] ศึกษาการวิเคราะห์การก่อสร้างถนนในไทเปโดยใช้ทฤษฎีของวิศวกรรมคุณค่า เลือกปัจจัยและนำมาประเมินผลคุณภาพตามแบบของวิศวกรรมคุณค่า Cuimei and Suiqing [6] ศึกษาการใช้วิศวกรรมคุณค่าและประเมินผลปฏิบัติงานของระบบส่งน้ำ โดยสร้างทฤษฎีเป็นกรณีศึกษา แล้วนำมาประยุกต์ในการวิเคราะห์โครงสร้างของระบบส่งน้ำ เพื่อฟื้นฟูประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำประปาโดยใช้วิศวกรรมคุณค่า

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักวิจัยส่วนใหญ่ได้ให้ความสนใจวิศวกรรมคุณค่าในมุมมองที่แตกต่าง ซึ่งยังขาดการศึกษาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการออกแบบอาคารอย่างแพร่หลาย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการออกแบบอาคาร เพื่อช่วยในการลดต้นทุนของการก่อสร้าง

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้สำรวจโดยใช้แบบสอบถาม กับกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย วิศวกรโยธา วิศวกรงานระบบ และสถาปนิก โดยแบบสอบถามกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าคือ 1 ถึง 5 (โดย 5: ระดับความสำคัญสูงที่สุด 1: ระดับความสำคัญต่ำที่สุด) โดยส่งแบบสอบถาม 90 ชุดและถูก

ตอบกลับ 84 ชุด (ร้อยละ 93.33) ประกอบด้วย ผู้จัดการโครงการ (16 ชุด) วิศวกรโยธา (56 ชุด) สถาปนิก (9 ชุด) และวิศวกรไฟฟ้า (3 ชุด) โดยมีมูลค่าของโครงการที่ออกแบบโดยเฉลี่ย 1,059.90 ล้านบาทต่อปี และมีมูลค่าโครงการที่ออกแบบน้อยที่สุดเท่ากับ 10 ล้านบาท และมากที่สุด 10,000 ล้านบาท ส่วนจำนวนประเภทของอาคารที่ออกแบบแบ่งได้ดังนี้ ที่พักอาศัย โรงงาน สำนักงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า และอื่นๆ

ขั้นตอนการพัฒนาปัจจัยและเครื่องมือวัด ดังนี้

1) การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง [2-6]

2) นำองค์ความรู้ ที่ได้รับจากการทบทวนวรรณกรรม มาใช้กำหนด โครงสร้างของปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในงานออกแบบอาคาร

3) นำโครงสร้างของปัจจัยที่ได้มานั้น สร้างเป็นแบบสอบถาม

4) ทดสอบแบบสอบถาม เกี่ยวกับความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้มีประสบการณ์ ที่เกี่ยวข้องและนำมาปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความกระชับและถูกต้องมากขึ้น

5) ทดสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman(The Spearman's Rank Correlation Coefficient) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมระหว่างปัจจัยทุกปัจจัย ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าปัจจัยทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่าทุกปัจจัยมีความตรงต่อการส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในงานออกแบบอาคาร [7]

6) ทดสอบความเชื่อถือได้ของสเกล (Reliability) โดยใช้ค่า Cronbach's alpha ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.853 แสดงว่าสเกลมีความน่าเชื่อถือ (ค่า Cronbach's alpha ที่ชี้ว่าสเกลน่าเชื่อถือมีค่ามากกว่า 0.7 [8])

7) เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่ส่งออกไปนั้นจำนวน 90 ชุดได้รับการตอบกลับ 84 ชุด คิดเป็น 93.33% ซึ่งถือว่าดีมาก [9]

8) วิเคราะห์ปัจจัยดังนี้

(8.1) ทดสอบโครงสร้างปัจจัย โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis, CFA) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (1st Order CFA) โดยโปรแกรม Amos

(8.2) ทดสอบโครงสร้างปัจจัย โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis, CFA) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (2nd Order CFA) โดยโปรแกรม Amos และหาน้ำหนักความสำคัญจากค่าน้ำหนักถดถอย (Regression weight)

3. ผลวิจัย

การทดสอบโครงสร้างปัจจัยวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis, CFA) เพื่อยืนยันความถูกต้องขององค์ประกอบเชิงสังเกตโครงสร้างปัจจัยไว้ด้วยโปรแกรม Amos มีหลักเกณฑ์ คือ (1) ค่าระดับความน่าจะเป็นของไคสแควร์, $p > 0.05$ (2) ค่าระดับความน่าจะเป็นไคสแควร์สัมพันธ์, CMIN/DF < 3 (3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง, GFI ค่าที่เข้าใกล้ 1 มีความสอดคล้องสูง และ (4) ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน RMSEA < 0.08 [10-11] ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีดังนี้

3.1 การวิเคราะห์เชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่ง (1st Order CFA รูปที่ 1) ซึ่งผลการวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด มีค่า $p = 0.57$ (มากกว่า 0.05), CMIN/DF = 1.182 (น้อยกว่า 3), GFI = 0.824 (เข้าใกล้ 1), RMSEA = 0.047 (น้อยกว่า 0.08)

3.2 การวิเคราะห์เชิงยืนยันอันดับที่สอง

ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง (2nd Order CFA) ผลวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทั้งหมด มีค่า $p = 0.74$ (มากกว่า 0.05), CMIN/DF = 1.164 (น้อยกว่า 3), GFI = 0.833 (เข้าใกล้ 1), RMSEA = 0.044 (น้อยกว่า 0.08) แสดงโครงสร้างของปัจจัยที่พัฒนาขึ้นมาสอดคล้องกับข้อมูลเชิงสังเกต

จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง นำค่าน้ำหนักถดถอยมาหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ออกแบบอาคารได้ (ตารางที่ 1) ดังนี้ "การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 35 ค่าน้ำหนักความสำคัญกับน้ำหนักถดถอยของปัจจัยเชิงสังเกตอยู่ระหว่าง 0.41-1.24 (ร้อยละ 6-18) "การ

ออกแบบระบบ" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 33 ซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญและน้ำหนักถดถอยของปัจจัยเชิงสังเกตอยู่ระหว่าง 0.64-1.50 (ร้อยละ 15-34) "การออกแบบภายนอกอาคาร" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 28 ซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญและน้ำหนักถดถอยของปัจจัยเชิงสังเกตอยู่ระหว่าง 1.00-1.47 (ร้อยละ 25-38) และ "การออกแบบโครงสร้าง" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 4 ค่าน้ำหนักความสำคัญกับน้ำหนักถดถอยของปัจจัยเชิงสังเกตอยู่ระหว่าง 1.00-1.95 (ร้อยละ 14-27)

ตารางที่ 1 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สอง

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้	น้ำหนักถดถอย	น้ำหนักความสำคัญ (ร้อยละ)
การออกแบบสถาปัตยกรรมตกแต่งภายใน	**11.05**	**35**
พื้น	0.41	6
ผนัง	0.49	7
ฝ้า	0.76	11
ประตู-หน้าต่าง และอุปกรณ์	0.67	10
วัสดุมุงหลังคา	0.50	7
สุขภัณฑ์	0.95	13
เฟอนิเจอร์ติดตาย (Built-in)	0.96	14
เฟอนิเจอร์ลอยตัว (Loose furniture)	1.24	18
ม่าน	1.00	14
การออกแบบระบบ	**10.47**	**33**
ปรับอากาศ	0.64	15
สุขาภิบาล	1.25	28
ระบบป้องกันอัคคีภัย	1.00	23
ระบบขนส่ง	1.50	34
การออกแบบภายนอกอาคาร	**8.94**	**28**
ถนนและทางเดิน	1.47	38

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้	น้ำหนักถดถอย	น้ำหนักความสำคัญ (ร้อยละ)
รั้ว	1.43	37
ภูมิทัศน์	1.00	25
การออกแบบโครงสร้าง	**1.00**	**4**
เสาเข็ม	1.81	25
ฐานรากและตอม่อ	1.95	27
คาน	1.38	19
เสา	1.03	15
หลังคา	1.00	14

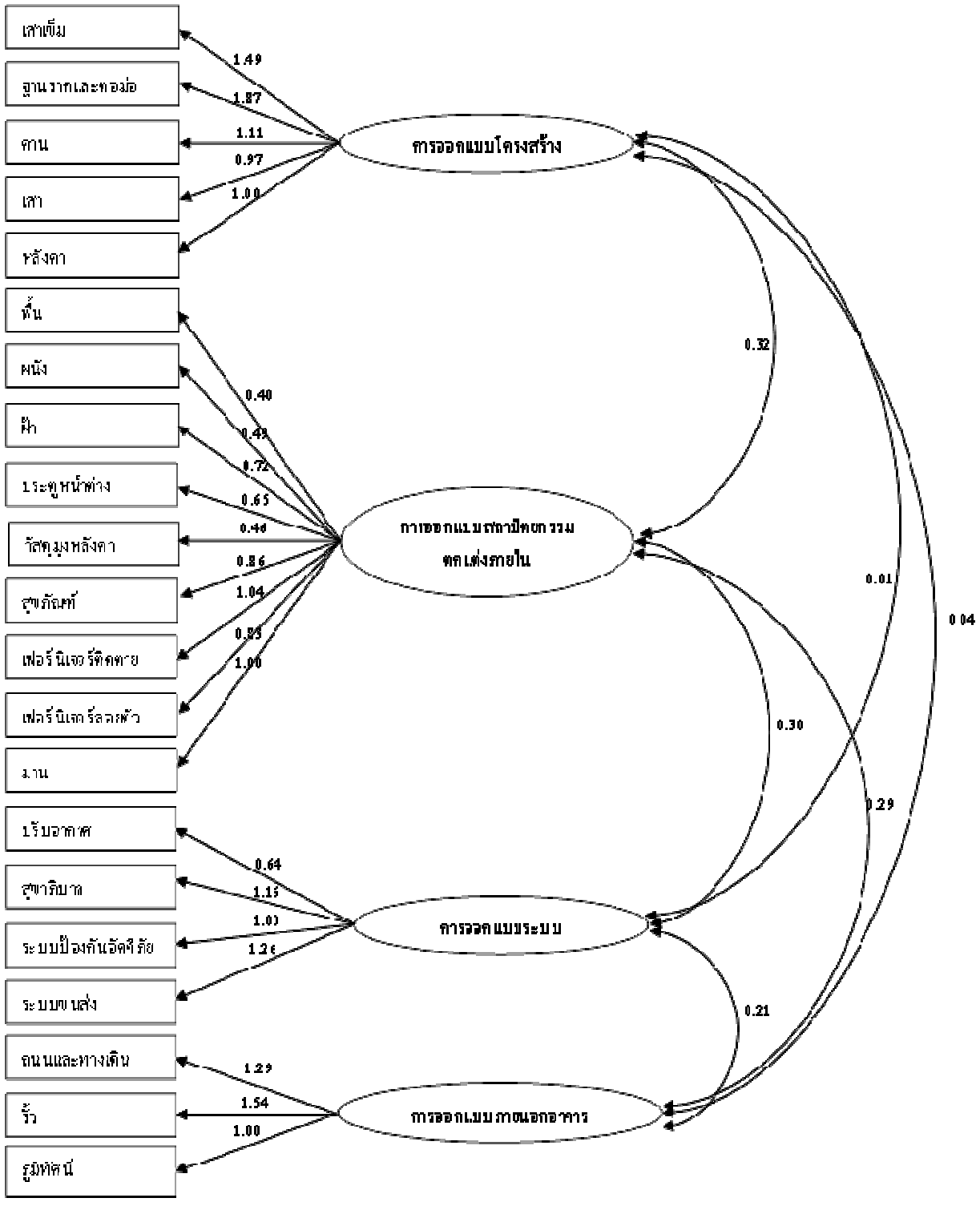
4. สรุป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่ามาในงานออกแบบอาคารโดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัย ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ทั้งสี่กลุ่มปัจจัยได้น้ำหนักความสำคัญดังนี้ "การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 35 "การออกแบบระบบ" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 33% "การออกแบบภายนอกอาคาร" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 28 และ "การออกแบบโครงสร้าง" น้ำหนักความสำคัญร้อยละ 4 สรุปได้ว่ากลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าคือ "การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน" ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเป็นงานออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายในมีมูลค่าสูงและต้องเลือกใช้วัสดุหลากหลายถ้าสามารถลดราคางานส่วนนี้ได้มากก็จะทำให้ราคาค่าก่อสร้างโดยรวมลดลงได้มาก กลุ่มปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยที่สุดคือ "การออกแบบโครงสร้าง" ซึ่งเป็นเพราะเป็นการออกแบบตามหลักการทฤษฎีโครงสร้างจึงมีความยืดหยุ่นไม่มากนักทำให้การเปลี่ยนแปลงแบบเพื่อลดราคาค่าก่อสร้างทำได้ไม่มากนัก ผู้ออกแบบจึงให้ความสำคัญน้อยที่สุด โครงสร้างของปัจจัยเหล่านี้จะเป็นแนวทางใช้วิศวกรรมคุณค่ามาในการช่วยลดต้นทุนการก่อสร้างวิศวกรรมคุณค่าถูกใช้ในในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทยแพร่หลายมากขึ้น นอกจากนี้ผู้ที่สนใจทำวิจัยต่อสามารถนำโครงสร้างของปัจจัยนี้ไปพัฒนาเป็นแบบจำลองที่สามารถประเมินระดับการส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าในองค์กรของผู้ออกแบบได้

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์ของ Spearman ของทุกปัจจัย

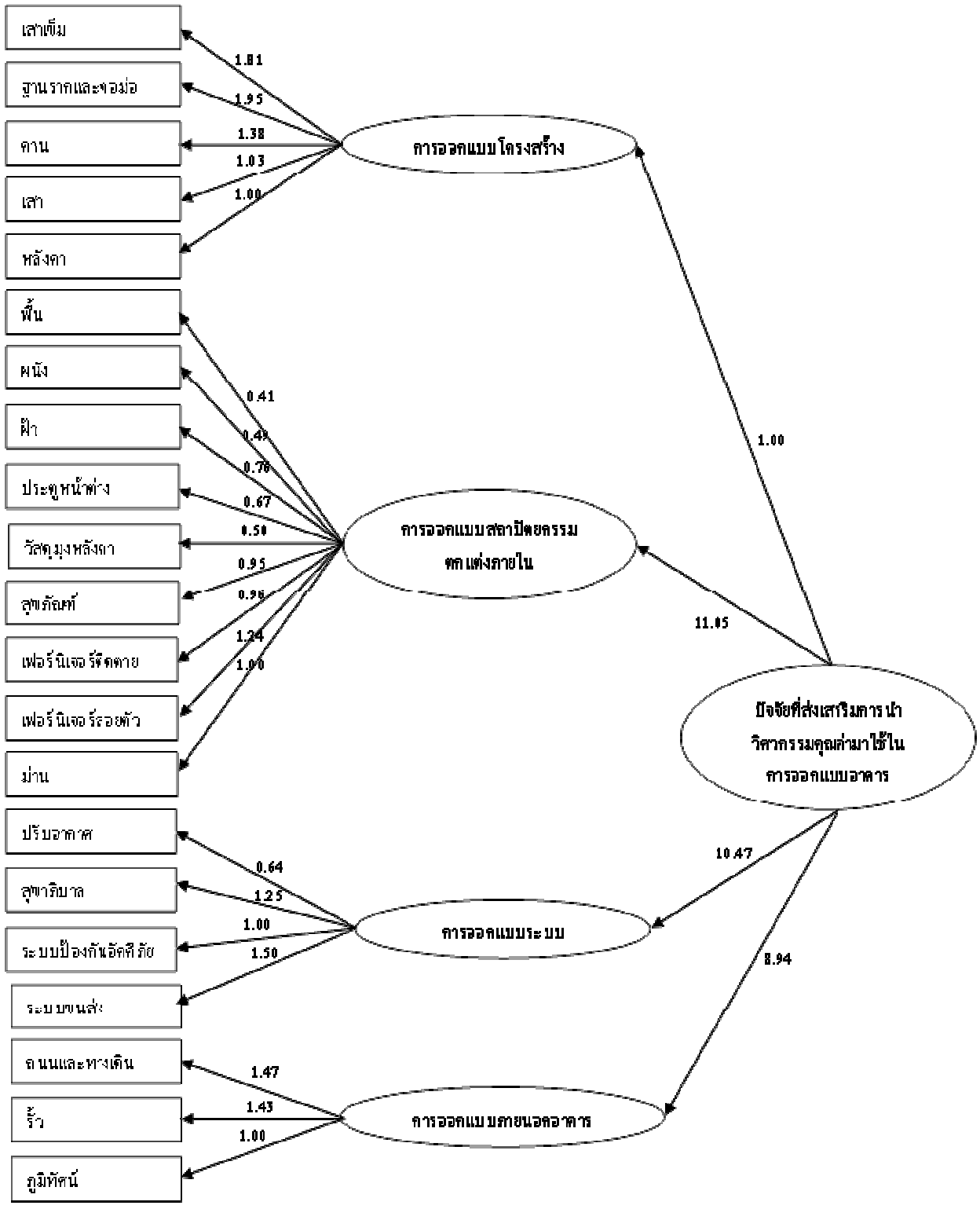
	เสาเข็ม	ฐานรากและตอม่อ	คาน	เสา	หลังคา	พื้น	ผนัง	ฝ้า	ประตู-หน้าต่าง และอุปกรณ์	วัสดุมุงหลังคา	สุขภัณฑ์	เฟอนิเจอร์ติดตาย	เฟอนิเจอร์ลอยตัว	ม่าน	ปรับอากาศ	สุขาภิบาล	ระบบป้องกันอัคคีภัย	ระบบขนส่ง	ถนนและทางเดิน	รั้ว	ภูมิทัศน์
เสาเข็ม	1	.745**	.329**	.341**	.426**	.029	.026	-.167	-.144	-.045	-.110	-.165	-.239*	-.330**	.241*	.071	.156	-.021	.173	-.089	-.142
ฐานรากและตอม่อ	.745**	1	.606**	.521**	.417**	.050	-.008	-.125	-.256*	-.075	.033	-.223*	-.357**	-.310**	.163	.138	.291**	.091	.238*	-.011	-.092
คาน	.329**	.606**	1	.696**	.302**	.107	.049	.107	-.051	.004	.059	-.075	-.234*	-.016	.038	.286**	.358**	.141	.411**	.223*	.107
เสา	.341**	.521**	.696**	1	.327**	.153	.098	.134	.047	.074	.064	-.019	-.179	.036	-.086	.291**	.302**	.209	.361**	.244*	.102
หลังคา	.426**	.417**	.302**	.327**	1	.133	.268*	.099	.073	.246*	.225*	.076	.006	.069	.246*	.063	.182	.205	.286**	.120	.109
พื้น	.029	.050	.107	.153	.133	1	.630**	.482**	.508**	.391**	.289**	.335**	.348**	.243*	.065	.023	.136	.177	.271*	.239*	.257*
ผนัง	.026	-.008	.049	.098	.268*	.630**	1	.480**	.510**	.486**	.430**	.400**	.467**	.402**	.202	.000	.166	.249*	.229*	.120	.248*
ฝ้า	-.167	-.125	.107	.134	.099	.482**	.480**	1	.522**	.333**	.413**	.483**	.456**	.479**	-.023	.205	.203	.342**	.301**	.259*	.402**
ประตู-หน้าต่าง และอุปกรณ์	-.144	-.256*	-.051	.047	.073	.508**	.510**	.522**	1	.568**	.443**	.467**	.497**	.541**	.155	.108	.023	.179	.163	.320**	.236*
วัสดุมุงหลังคา	-.045	-.075	.004	.074	.246*	.391**	.486**	.333**	.568**	1	.368**	.424**	.385**	.322**	.142	.105	.245*	.167	.184	.051	.041
สุขภัณฑ์	-.110	.033	.059	.064	.225*	.289**	.430**	.413**	.443**	.368**	1	.548**	.573**	.561**	.312**	.315**	.364**	.426**	.220*	.212	.233*
เฟอนิเจอร์ติดตาย	-.165	-.223*	-.075	-.019	.076	.335**	.400**	.483**	.467**	.424**	.548**	1	.647**	.488**	.055	.258*	.222*	.380**	.225*	.363**	.258*
เฟอนิเจอร์ลอยตัว	-.239*	-.357**	-.234*	-.179	.006	.348**	.467**	.456**	.497**	.385**	.573**	.647**	1	.622**	.137	.035	.160	.098	.024	.204	.299**
ม่าน	-.330**	-.310**	-.016	.036	.069	.243*	.402**	.479**	.541**	.322**	.561**	.488**	.622**	1	.119	.178	.221*	.293**	.210	.367**	.411**
ปรับอากาศ	.241*	.163	.038	-.086	.246*	.065	.202	-.023	.155	.142	.312**	.055	.137	.119	1	.366**	.234*	.271*	.132	.047	-.096
สุขาภิบาล	.071	.138	.286**	.291**	.063	.023	.000	.205	.108	.105	.315**	.258*	.035	.178	.366**	1	.519**	.524**	.457**	.309**	.085
ระบบป้องกันอัคคีภัย	.156	.291**	.358**	.302**	.182	.136	.166	.203	.023	.245*	.364**	.222*	.160	.221*	.234*	.519**	1	.486**	.362**	.154	.134
ระบบขนส่ง	-.021	.091	.141	.209	.205	.177	.249*	.342**	.179	.167	.426**	.380**	.098	.293**	.271*	.524**	.486**	1	.513**	.408**	.317**
ถนนและทางเดิน	.173	.238*	.411**	.361**	.286**	.271*	.229*	.301**	.163	.184	.220*	.225*	.024	.210	.132	.457**	.362**	.513**	1	.629**	.405**
รั้ว	-.089	-.011	.223*	.244*	.120	.239*	.120	.259*	.320**	.051	.212	.363**	.204	.367**	.047	.309**	.154	.408**	.629**	1	.551**
ภูมิทัศน์	-.142	-.092	.107	.102	.109	.257*	.248*	.402**	.236*	.041	.233*	.258*	.299**	.411**	-.096	.085	.134	.317**	.405**	.551**	1

*มีความสัมพันธ์ร่วมที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, **มีความสัมพันธ์ร่วมที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



ค่า p=0.57 ,CMIN/DF = 1.182, GFI = 0.824 , RMSEA = 0.047

รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งของโครงสร้างปัจจัย



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่สองของโครงสร้างปัจจัย

5. เอกสารอ้างอิง

[1] อัมพิกา ไกรฤทธิ์, *วิศวกรรมคุณค่า*, พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[2] P. S. Fong and Q. Shen, "Is the Hong Kong construction industry ready for value management?," *International Journal of Project Management*, vol. 18, pp. 317-326, 2000.

[3] X. Zhang, X. Mao and S. M. AbouRizk, "Developing a knowledge management system for improved value engineering practices in the construction industry," *Automation in construction*, vol. 18, pp. 777-789, 2009.

[4] A. Palmer, J. Kelly and S. Male, "Holistic Appraisal of Value Engineering in Construction in United States," *J. Constr. Eng. Manage*, pp. 324-328, 1996.

[5] T. Chen and Y. T. Hsu, "Assessment of Value Engineering Applied to the study of Transportation Infrastructure – An example of the construction of second round collector roads in Taipei Harbor," *Geotechnical Special Publication*, vol. 223, 2001.

[6] L. Cuimei and L. Suiqing, "Water Distribution System Evaluating Method Based on Value Engineering : Case Study," *8th Annual Water Distribution System Analysis Symposium,* Cincinnati, Ohio, USA, 2006.

[7] สุชาติ ประสุทธิ์รัฐสินธ์ , *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์,* กรุงเทพมหานคร: เฟื่องฟ้าพรินติ้ง. 2546.

[8] SPSS, *SPSS Training Series*, Brisbane: IT Service in QUT, 2001.

[9] E. Babbie, *The Practice of Social Research*, (5th ed.), Belmont, CA: Wadsworth Publishing, 1989.

[10] ธานินทร์ ศิลป์จารุ, *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ Amos*, พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพมหานคร: เอส. อาร์. พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์, 2555.

[11] กริช แรงสูงเนิน, *การวิเคราะห์ปัจจัยด้วย SPSS และ Amos* กรุงเทพมหานคร, ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2554.