



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การวิเคราะห์ปัจจัยยืนยันอันดับแรกของปัจจัยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานในงานก่อสร้าง First order confirmatory factor analysis of factors affecting labor productivity in the construction

เทวกุล จันทร์ขามป้อม* กอปร ศรีนาวัน

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

Tewakun Chankampom* Korb Srinavin

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Muang District, Khon Kean, 40002

* Corresponding author.

E-mail: tewakun607@gmail.com; Telephone: 09 3447 4646

วันที่รับบทความ 5 กรกฎาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 31 สิงหาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ 14 ตุลาคม 2566

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปผลิตภาพในการก่อสร้างมักจะแสดงผลิตภาพแรงงาน แต่อัตราการเติบโตของผลิตภาพ (Productivity) อุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วโลกค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น ซึ่งในช่วงเกือบ 10 ปีที่ผ่านมาผลิตภาพแรงงานไทยอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและมีแนวโน้มลดลง สะท้อนว่าไทยมุ่งเน้นปัจจัยเงินทุนและแรงงานมากกว่าการพัฒนาคุณภาพแรงงาน ดังนั้น การมีแรงงานที่มีผลิตภาพสูงในแต่ละขั้นตอนของงานมีบทบาทสำคัญในความสำเร็จของโครงการ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบยืนยันลำดับที่หนึ่งที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างคือแรงงานในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 336 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางสถิติการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานมีห้าองค์ประกอบ คือ วัสดุ อุปกรณ์/เครื่องมือ การวางแผน ทำงานซ้ำ และสภาพอากาศ โดยองค์ประกอบหลักมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง คือ Relative Chi-Square = 1.146 df = 104 P-value = 0.146 NFI = 0.978 GFI = 0.969 CFI = 0.997 RMR = 0.043 และ RMSEA = 0.021 ปัจจัยหลักมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.273 - 0.947 ส่วนปัจจัยย่อยมีน้ำหนักความถดถอยในรูปมาตรฐานระหว่าง 0.507 - 0.968

คำสำคัญ

การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยันอันดับแรก ผลิตภาพแรงงาน งานก่อสร้าง

Abstract

Productivity in construction is generally expressed as labor productivity. However, the rate of growth in productivity in the global construction industry is relatively low in comparison to other industries. In the past nearly 10 years, Thai labor productivity has been at a relatively low level and is likely to decrease. This reflects the fact that Thailand focuses on capital and labor factors rather than labor quality development. Therefore, having a highly productive workforce at each stage of work plays an important role in project success. This research verifies the association of first-order corroborative component models affecting labor productivity in the construction industry. Questionnaires were used to collect data from 336 people who were workers in a residential construction project in Bangkok and its vicinity. Data were analyzed using Confirmatory Factor Analysis (CFA) statistical techniques. The results revealed that factors affecting labor

productivity consisted of five components: material, equipment, planning, rework, and weather conditions. These main components were found to be in harmony with the empirical data, as indicated by the consistency indices: Relative Chi-Square = 1.146, df = 104, P-value = 0.146, NFI = 0.978, GFI = 0.969, CFI = 0.997, RMR = 0.043 and RMSEA = 0.021. The main factors exhibited correlation coefficients ranging from 0.273 to 0.947, while the sub-factors demonstrated regression weights in the standardized form ranging from 0.507 to 0.968.

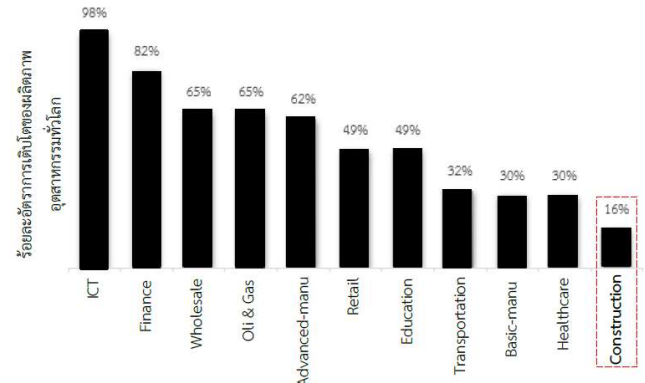
Keywords

first order confirmatory factor analysis; labor productivity; construction

1. คำนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นองค์ประกอบสำคัญของเศรษฐกิจทุกประเทศทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา [1] เนื่องจากทุกอุตสาหกรรมต้องพึ่งพาการก่อสร้างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการลงทุนทางธุรกิจ [2] และอุตสาหกรรมก่อสร้างมีการลงทุนค่อนข้างสูง จึงมีผลกระทบอย่างมากต่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น ผลิตภาพขององค์กรก่อสร้างเป็นประเด็นที่น่าสนใจ และสำคัญสุดในภาคการก่อสร้างทั้งประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา [3] อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วโลกยังคงมีอัตราการเติบโตของผลิตภาพ (Productivity) ค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น [4] ดังแสดงในรูปที่ 1 อุตสาหกรรมการก่อสร้างส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาแรงงานจำนวนมาก โดยทั่วไปผลิตภาพในการก่อสร้างมักจะแสดงผลิตภาพแรงงาน ซึ่งแรงงานเป็นทรัพยากรสำคัญและยืดหยุ่นที่สุดในงานก่อสร้างและผลิตภาพในงานก่อสร้างเกี่ยวข้องโดยตรงกับแรงงาน [5] ประเทศไทยในช่วงเกือบ 10 ปีที่ผ่านมาผลิตภาพแรงงานไทยขยายตัวในระดับค่อนข้างต่ำและมีแนวโน้มลดลง สะท้อนว่าไทยมุ่งเน้นปัจจัยเงินทุนและแรงงานมากกว่าการพัฒนาคุณภาพแรงงาน ดังนั้นการมีแรงงานที่มีผลิตภาพสูงในแต่ละขั้นตอนของงานมีบทบาทสำคัญในความสำเร็จของโครงการ [6] หากงบประมาณก่อสร้างส่วนใหญ่ถูกจัดสรรเป็นค่าใช้จ่ายแรงงาน ผลิตภาพแรงงานก่อสร้างไม่ดีก็เป็นสาเหตุของต้นทุนและเวลาที่มากเกินไปในโครงการก่อสร้าง และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพและผลกำไร รวมทั้งเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ [7]

ดังนั้น แรงงานจึงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เพราะกิจการใด ๆ อาจใช้เทคโนโลยี หรือเครื่องจักรที่ทันสมัยที่สุด มีการบริหารที่ดีเพื่อสินค้าหรือบริการที่ดีที่สุด แต่หากไม่มีแรงงานเป็นผู้ใช้เทคโนโลยี ระบบที่วางไว้เป็นอย่างดีก็ย่อมไม่สามารถประสบความสำเร็จ [8]



รูปที่ 1 อัตราการเติบโตของผลิตภาพอุตสาหกรรมงานก่อสร้างเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่น [9]

2. วัตถุประสงค์วิจัย

เพื่อแสดงความสำเร็จของประเทศหรือองค์กร ผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้งภาครัฐและเอกชน เจ้าของผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน ช่างฝีมือและคนงาน ในการปรับปรุงผลิตภาพแรงงาน งานวิจัยนี้มุ่งเน้นตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบยืนยันลำดับที่หนึ่งที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งผลลัพธ์เป็นข้อมูลที่ให้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงาน และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการกำหนดขั้นตอนหลักในการปรับปรุงประสิทธิภาพ และเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพิ่มเติมในอุตสาหกรรมการก่อสร้างต่อไป

3. การทบทวนวรรณกรรมและกรอบวิจัย

กรอบแนวคิดทฤษฎีเพื่อบ่งชี้ปัจจัยของผลิตภาพแรงงานที่มีนัยต่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง มี 13 องค์ประกอบหลัก และ 163 องค์ประกอบย่อย โดยแต่ละด้านจะถูกสร้างเป็นชุดแบบจำลองการวัด(Measurement Model) ของความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างต่อเนื่องระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรที่ทุกตัวจะมี

ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) เพื่อสกัดตัวแปร โดยหาค่าที่แสดงระดับความเป็นตัวแทน (Construct Reliability: PC) ของตัวแปรแฝงที่สังเคราะห์ได้จะต้องมากกว่า 0.6 และค่าความแปรปรวนเฉลี่ยของตัวแปรแฝง (Variance Extracted: PV) ต้องมากกว่า 0.5 ของแต่ละแบบจำลอง เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ กับตัวแปรแฝงจากทบทวนงานวิจัย ซึ่งตัวแปรบ่งชี้หรือตัวแปรสังเกตได้ควรจะมีน้ำหนักตัวแปรระหว่าง 0.5 - 1.0 และควรมีอย่างน้อยสาม หรือสี่ตัวบ่งชี้ [10] เมื่อผ่านกระบวนการสกัดตัวแปรทำให้เหลือตัวแปรแฝงห้าตัว และตัวแปรสังเกตได้ 22 ตัวแปร ดังนี้

1) องค์ประกอบวัสดุ ประกอบด้วยห้าองค์ประกอบย่อย คือ การรอคอยวัสดุที่ยังไม่มาถึงสถานที่ก่อสร้าง (VER1_1) [7,11] ขาดแคลนวัสดุ (VER1_2) [12,13] การขนย้ายวัสดุไม่เพียงพอ หรือผิดวิธี (VER1_3) [11,14] สถานที่เก็บวัสดุไม่เหมาะสม (VER1_4) [13,15] วัสดุมีคุณภาพต่ำ (VER1_5) [7,13]

2) องค์ประกอบอุปกรณ์/เครื่องมือ ประกอบด้วยสี่องค์ประกอบย่อย คือ ขาดแคลนเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในสถานที่ก่อสร้าง (VER2_1) [7,16] เครื่องมือ/อุปกรณ์ชำรุดย่อยเพราะขาดการบำรุงรักษา (VER2_2) [11,17] อุปกรณ์ไม่เหมาะสม หรือความเพียงพอ (VER2_3) [7,11] เครื่องมือ/อุปกรณ์เก่าหรือไม่มีประสิทธิภาพ (VER2_4) [11,13]

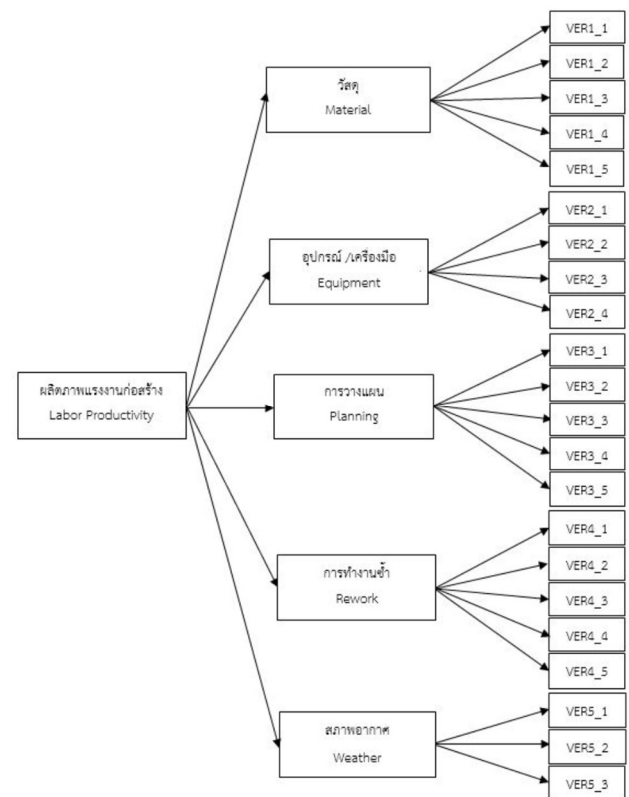
3) องค์ประกอบการวางแผน ประกอบด้วยห้าองค์ประกอบย่อย คือ มาทำงานสาย ออกงานก่อนเวลา หรือหยุดพักบ่อยครั้งไม่เป็นไปตามที่กำหนด (VER3_1) [15,18] การขนส่งแรงงานบกพร่อง (VER3_2) [15,19] การสื่อสารบกพร่อง (การสื่อสาร หรือประสานงานฝ่ายก่อสร้างระหว่างผู้บริหาร และแรงงาน) (VER3_3) [12,20] การจัดการปัญหาช่วงวิกฤต (การเมือง ประท้วง เดินขบวน พิบัติภัยธรรมชาติ) (VER3_4) [7] การวางแผนงานบกพร่อง (VER3_5) [13,15]

4) องค์ประกอบการทำงานซ้ำ ประกอบด้วยห้าองค์ประกอบย่อย คือ ระดับของคุณภาพงาน (VER4_1) [6,13] ต้องทำงานใหม่เพราะงานที่แล้วเสร็จเสียหาย (VER4_2) [16] ต้องทำงานใหม่เพราะไม่ผ่านการตรวจสอบ(ตามเกณฑ์คุณภาพ) (VER4_3) [16] ต้องทำงานใหม่เพราะงานที่แล้วเสร็จ

บกพร่องผิดพลาด (VER4_4) [13] ต้องทำงานใหม่เพราะเอกสาร แบบรูป หรือข้อกำหนดบกพร่องผิดพลาด (VER4_5) [16]

5) องค์ประกอบสภาพอากาศ ประกอบด้วยสามองค์ประกอบย่อย คือ อากาศเย็น หรือชื้น (VER5_1) ฝน (VER5_2) อากาศร้อน (VER5_3) [21]

ลักษณะของโครงสร้างแบบจำลองจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้วิเคราะห์องค์ประกอบยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ของผลิตภาพแรงงานก่อสร้าง ปรากฏตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างแบบจำลองการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. ระเบียบวิธีวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Population) ในงานวิจัยนี้ คือจำนวนแรงงานในระบบจำแนกตามอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2556 – 2562 ทั่วราชอาณาจักร 1,125,400 คน [22]

กลุ่มตัวอย่าง (Sample Groups) บางส่วนของประชากรที่ถูกเลือกเป็นตัวแทนของประชากรเพื่อเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยใช้สมการที่ (1) ของ Taro Yamane เป็นตัวกำหนดสัดส่วนประชากรและกำหนดความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างจากประชากรจริง [23] ซึ่ง Krejcie & Morgan [24] เสนอให้หาขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบทราบจำนวนประชากรโดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ยอมรับให้คลาดเคลื่อนจากตัวอย่างได้ร้อยละ 5

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

โดยที่ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 N = ขนาดจำนวนประชากร
 e = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ = 0.05

ดังนั้น $n = \frac{1,125,400}{1 + 1,125,400(0.05)^2}$
 $N = 399.85$ ประมาณ 400 หน่วย

4.2 การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

(1) การทดสอบความเที่ยงตรง (Content Validity)

การทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามมีวัตถุประสงค์เพื่อมั่นใจว่าแบบสอบถามน่าเชื่อถือและตรงประเด็น โดยปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้จัดทำเบื้องต้นตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญห้าท่าน พร้อมตรวจสอบคำถามของแบบสอบถามแต่ละข้อให้ตรงกับวัตถุประสงค์งานวิจัย ซึ่งต้องมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อปัจจัย (Index of Item Objective Congruence, IOC) [25] รายข้อมากกว่า 0.50 แสดงว่าใช้ได้ และแบบสอบถามทั้งฉบับมี IOC 0.81

(2) การทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability Analysis)

การทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ก่อนเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแบบสอบถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.50 ถูกทดลองใช้กับประชากร 30 ราย ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient)

ของครอนบาค ได้ผลว่า Alpha Coefficient 0.965 แสดงว่าแบบสอบถามนี้มีความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง [26]

4.3 การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม 500 ชุด เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล จากผู้ตอบแบบสอบถามตามคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ตามหลักการสุ่มแบบใช้ความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งพวก (Stratified Sampling) พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย สรุปรายงานอัตราตอบกลับของแบบสอบถาม 336 ชุด (ร้อยละ 67.2) ซึ่ง Baruch [27] เสนอว่า หากอัตราการตอบกลับโดยแจกแบบสอบถามด้วยตนเอง (Self-Administer Questionnaire) มากกว่าร้อยละ 50 สามารถใช้ข้อมูลวิเคราะห์ผลต่อได้ หากอัตราการตอบกลับมากกว่าร้อยละ 60 ถือว่าอยู่ในระดับดี และหากอัตราการตอบกลับมากกว่าร้อยละ 70 ถือว่าดีมาก งานวิจัยนี้การตอบกลับมากกว่าร้อยละ 60 ถือว่าอยู่ในระดับดี ใช้ข้อมูลวิเคราะห์ต่อได้

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเป็นวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อสำรวจปัจจัยโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยยืนยันอันดับที่ 1 (First Order Confirmatory Factor Analysis) โดยมีเป้าหมายคือการตรวจสอบตัวแปรสังเกตได้จากอ้างอิงทฤษฎีหรือทบทวนวรรณกรรมรูปที่ 2 มีปัจจัยยืนยันอันดับที่ 1 จำนวนห้าแบบจำลอง โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยยืนยันอันดับที่ 1 แสดงขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างแฟ้มข้อมูลดิบด้วยโปรแกรม SPSS โดยมีตัวแปรสังเกตได้ 22 ตัว และตัวแปรแฝงห้าตัว

ขั้นที่ 2 วาดแบบจำลองปัจจัยยืนยันห้าโครงสร้าง

ขั้นที่ 3 ระบุชื่อตัวแปรสังเกตได้ ตัวแปรแฝง และความคลาดเคลื่อน

ขั้นที่ 4 กำหนดสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรค่าคลาดเคลื่อนเป็น "1" สำหรับทุกๆค่า และน้ำหนักปัจจัยในแต่ละแบบจำลองเป็น 1 หนึ่งค่า พร้อมระบุความสัมพันธ์กับตัวแปรแฝงทุกตัว

ขั้นที่ 5 ป้อนข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ 22 ตัว

ขั้นที่ 6 เลือกวิธีประมาณพารามิเตอร์ของแบบจำลอง คือ Minimization History, Standardized Estimates, Squared Multiple Correlations และ Modification Indices พร้อมเลือกสถิติที่ต้องการตรวจสอบแบบจำลอง โดยมีดัชนีความสอดคล้องที่ใช้ตรวจสอบ คือ ไคสแควร์สัมพันธ์ ดัชนี P-value ดัชนี NFI ดัชนี GFI ดัชนี CFI Standardized RMR และ RMSEA

ขั้นที่ 7 ศึกษาผลลัพธ์ของแบบจำลอง หากแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต้องปรับแบบจำลองตามสถิติในขั้นที่ 6 หรือหากแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์รายงานผลตามแบบจำลองที่ปรากฏ

5. ผลวิจัย

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 73.2 และมีอายุส่วนใหญ่ระหว่าง 31 ถึง 40 ปี ร้อยละ 45.2 รองลงมาคือช่วงอายุ 41 ถึง 50 ปี ร้อยละ 23.2 สายงานที่ทำในโครงการอันดับหนึ่งคือ งานก่อสร้าง/ฉาบปูน ร้อยละ 43.5 มีประสบการณ์ในสายงานอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 ปี ส่วนผลวิเคราะห์แบบจำลององค์ประกอบยืนยันอันดับที่หนึ่ง เกิดองค์ประกอบของปัจจัยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้างห้วงองค์ประกอบหลัก และตัวบ่งชี้ 22 ตัวบ่งชี้ ที่เป็นไปตามหลักการ แนวคิด ทฤษฎี มีดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลองมาตรฐานต่างๆ ดังนี้ ไคสแควร์สัมพันธ์ 1.146 สถิติทดสอบ P-value 0.146 ดัชนี NFI 0.978 ดัชนี GFI 0.969 ดัชนี CFI 0.997 Standardized RMR 0.043 และ RMSEA 0.021 และตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล (Measurement of Model Fit) กับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด คือ ไคสแควร์สัมพันธ์น้อยกว่า 2 P-value มากกว่า 0 ดัชนี NFI, GFI, CFI มากกว่า 0.95 ดัชนี RMR และ RMSEA น้อยกว่า 0.05 [28] รายละเอียดน้ำหนักแต่ละองค์ประกอบ ดังตารางที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 2 บ่งชี้ว่าแบบจำลองการวัดที่ 1 หรือปัจจัยแฝงวัสดุ ประกอบด้วยตัวแปรเรียงตามค่าน้ำหนักปัจจัยจากมากไปน้อยคือ VER1_3 VER1_5 VER1_2 VER1_1 และ VER1_4 โดยมีน้ำหนักปัจจัยในรูปมาตรฐาน 0.843 0.783

0.754 0.747 และ 0.732 ตามลำดับ แบบจำลองการวัดที่ 2 หรือปัจจัยแฝงเครื่องจักร อุปกรณ์ประกอบด้วยตัวแปรตามน้ำหนักปัจจัยจากมากไปน้อยคือ VER1_1 VER2_2 VER2_4 และ VER2_3 มีน้ำหนักปัจจัยในรูปมาตรฐานเป็น 0.851 0.791 0.733 และ 0.617 ตามลำดับ แบบจำลองการวัดที่ 3 หรือปัจจัยแฝงการวางแผนประกอบด้วยตัวแปรเรียงตามน้ำหนักปัจจัยจากมากไปน้อยคือ VER3_1 VER3_5 VER3_2 VER3_3 และ VER1_4 โดยมีน้ำหนักปัจจัยในรูปมาตรฐาน 0.843 0.792 0.774 0.762 และ 0.517 ตามลำดับ แบบจำลองการวัดที่ 4 หรือปัจจัยแฝงทำงานซ้ำ ประกอบด้วยตัวแปรเรียงตามน้ำหนักปัจจัยจากมากไปน้อยคือ VER4_2 VER4_3 VER4_5 VER4_4 และ VER4_1 มีน้ำหนักปัจจัยในรูปมาตรฐาน 0.858 0.751 0.667 0.648 และ 0.507 ตามลำดับ และแบบจำลองการวัดที่ 5 หรือปัจจัยแฝงสภาพอากาศ ประกอบด้วยตัวแปรเรียงตามน้ำหนักปัจจัยจากมากไปน้อยคือ VER5_1 VER5_2 และ VER5_3 โดยมีน้ำหนักปัจจัยในรูปมาตรฐาน 0.968 0.826 และ 0.683 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าแปรปรวนร่วมระหว่างปัจจัยแฝงแต่ละคู่

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	Pearson Correlation	Estimate	S.E.	C.R.	P
วัสดุกับอุปกรณ์	0.947	0.679	0.067	10.086	***
วัสดุกับการวางแผน	0.903	0.660	0.070	9.432	***
วัสดุกับทำงานซ้ำ	0.566	0.353	0.047	7.519	***
วัสดุกับสภาพอากาศ	0.329	0.310	0.057	5.451	***
การวางแผนกับอุปกรณ์	0.894	0.638	0.068	9.398	***
การวางแผนกับทำงานซ้ำ	0.562	0.350	0.047	7.466	***
การวางแผนกับสภาพอากาศ	0.273	0.257	0.057	4.521	***
ทำงานซ้ำกับอุปกรณ์	0.651	0.397	0.047	8.411	***
ทำงานซ้ำกับสภาพอากาศ	0.444	0.356	0.051	6.980	***
สภาพอากาศกับอุปกรณ์	0.465	0.428	0.060	7.194	***

หมายเหตุ P = P-value =(***) < 0.05

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยสัมประสิทธิ์ถดถอยของปัจจัยย่อยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานก่อสร้าง

ตัวแปรแฝง	Factor Loading Matric										R ²
	วัสดุ		อุปกรณ์/เครื่องมือ		การวางแผน		ทำงานซ้ำ		สภาพอากาศ		
ตัวแปรบ่งชี้	β _i	S.E.	β _i	S.E.	β _i	S.E.	β _i	S.E.	β _i	S.E.	
VER1_1	0.747	0.051									0.558
VER1_2	0.754	0.055									0.569
VER1_3	0.843	0.051									0.710
VER1_4	0.732	0.053									0.536
VER1_5	0.783	-									0.613
VER1_1			0.851	-							0.725
VER2_2			0.791	0.049							0.626
VER2_3			0.617	0.051							0.381
VER2_4			0.733	0.052							0.537
VER3_1					0.843	0.060					0.710
VER3_2					0.774	0.078					0.598
VER3_3					0.762	-					0.581
VER3_4					0.517	0.057					0.267
VER3_5					0.792	0.052					0.627
VER4_1							0.507	0.063			0.257
VER4_2							0.858	-			0.763
VER4_3							0.751	0.065			0.565
VER4_4							0.648	0.068			0.420
VER4_5							0.667	0.067			0.445
VER5_1									0.968	0.071	0.937
VER5_2									0.826	-	0.682
VER5_3									0.683	0.090	0.466
AVE	0.597		0.567		0.557		0.500		0.695		
CR	0.881		0.838		0.860		0.820		0.870		

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแฝงแต่ละคู่เป็นบวก แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน โดยปัจจัยวัสดุและอุปกรณ์/เครื่องมือสัมพันธ์กันมากที่สุด ซึ่งมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.947 ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุและการวางแผนมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.903 ความสัมพันธ์ระหว่างการวางแผนและอุปกรณ์/เครื่องมือมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.894 ความสัมพันธ์ระหว่างทำงานซ้ำและอุปกรณ์/เครื่องมือมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.654 ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุและทำงานซ้ำ การวางแผนและทำงานซ้ำ สภาพอากาศและอุปกรณ์/เครื่องมือ ทำงานซ้ำและสภาพอากาศ วัสดุและสภาพ

อากาศ และการวางแผนและสภาพอากาศ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.566 0.562 0.465 0.444 0.329 และ 0.273 ตามลำดับ

6. อภิปรายและสรุปผลวิจัย

การสรุปผลการตรวจสอบโมเดลตัวชี้วัดองค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่งของปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผลิตภาพของแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีหัวข้อประกอบ วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 22 ตัว ซึ่งพบว่า สหสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.05 ($p < 0.05$) ทุกองค์ประกอบ แสดงว่า แบบจำลองที่ได้ผ่านเกณฑ์ โดยความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด และมีความเหมาะสมที่เป็นองค์ประกอบย่อยทางด้านผลิตภาพของแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยสามารถสรุปข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์คือ น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรผลิตภาพแรงงานด้านวัสดุอยู่ระหว่าง 0.732 - 0.843 น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรผลิตภาพแรงงานด้านอุปกรณ์/เครื่องมืออยู่ระหว่าง 0.617 - 0.851 น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรผลิตภาพแรงงานด้านการวางแผนระหว่าง 0.517 - 0.843 น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรผลิตภาพแรงงานด้านการทำงานชำระระหว่าง 0.507 - 0.858 และน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรผลิตภาพแรงงานด้านสภาพอากาศระหว่าง 0.683 - 0.968 ซึ่งทั้งหมดเป็นน้ำหนักตัวแปรในองค์ประกอบที่มากกว่า 0.5 เหมาะสม และความผันแปรที่สกัดได้เฉลี่ย (AVE) ของแต่ละองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.500 - 0.695 ซึ่งมากกว่า 0.5 เหมาะสม เมื่อพิจารณาความเชื่อถือได้ (CR) ของแต่ละองค์ประกอบ ปรากฏว่ามีค่าระหว่าง 0.820 - 0.881 ซึ่งมากกว่า 0.6 เหมาะสม พิจารณาสถิติทั้งสามสรุปได้ว่า ปัจจัยวัสดุ อุปกรณ์/เครื่องมือ การวางแผน ทำงานชำระ และสภาพอากาศที่มีนัยต่อผลิตภาพของแรงงาน มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ghoddousi and Hosseini [17] ที่พบว่า วัสดุ และการวางแผน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกสูงสุดต่อผลิตภาพแรงงานในสามลำดับแรก นอกจากนี้ Mahamid [18] ได้ผลวิจัยสามลำดับแรกที่มีดัชนีความสำคัญ (Importance Index) สูงสุด คือ ทำงานชำระ การเงิน และอุปกรณ์/เครื่องมือ ส่วนสภาพอากาศถือเป็นปัจจัยภายนอก ผลวิจัยจึงแตกต่างจากวิจัยอื่นที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานเป็นลำดับสุดท้าย [3] ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ปัจจัยที่มีนัยต่อผลิตภาพแรงงานเป็นฐานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นเจ้าของทั้งภาครัฐและเอกชน ผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ควบคุมงาน ตลอดจนช่างฝีมือ สามารถนำข้อมูลไปเป็นแนวทางในการเพิ่มผลิตภาพแรงงานในโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

7. ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

ผลวิจัยที่ได้มีการศึกษาที่ครอบคลุมปัจจัยที่ได้มาจากการรวบรวมปัจจัยทั้งหมด 163 ปัจจัยสกัดปัจจัยจากแบบสอบถาม 336 ชุด แล้วหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เหลือเพียง 22 ปัจจัย ซึ่งวิธีการสกัดปัจจัยซึ่งลึกซึ้งกว่างานของ Karunarathna & Siriwardana [8] ที่ได้ลดจำนวนปัจจัยด้วยวิธีการอ้างอิงซ้ำๆ จากงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยนี้ตัวบ่งชี้ผลิตภาพของแรงงานก่อสร้างในงานก่อสร้างที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน หรือมีการทำงานซ้ำๆ กัน โดยการใช้ข้อมูลแรงงานเป็นฐาน ดังนั้นจึงเสนอแนวคิดสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตัวบ่งชี้ผลิตภาพแรงงานดังนี้

- 1) ควรศึกษาตัวบ่งชี้ผลิตภาพแรงงานในงานก่อสร้างตามรูปแบบ หรือหน่วยงานอื่นๆ เช่น งานก่อสร้างของหน่วยงานราชการ
- 2) ควรศึกษาพัฒนาตัวบ่งชี้อื่นๆ นอกเหนือจากห้าองค์ประกอบหลัก 22 องค์ประกอบรอง เพื่อขยายความคิดเกี่ยวกับผลิตภาพแรงงานในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Di Z, Nasir H, Haas CT. Development of an internal benchmarking and metrics model for industrial construction enterprises for productivity improvement. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2017; 44(7): 518–29.
- [2] Choy CF, Martin S, Runeson G, Bridge A. economic development and construction productivity in Malaysia. *Construction Management and Economics*. 2014; 32(9): 874–87.
- [3] Hafez SM, Aziz RF, Morgan ES, Abdullah MM, Ahmed EK. Critical factors affecting construction labor productivity in Egypt. *American journal of civil engineering*. 2014; 2(2): 35-40.
- [4] Seresht NG, Fayek AR. Dynamic modeling of multifactor construction productivity for equipment- intensive activities. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2018; 144(9).

- [5] Mugeem S, Idrus A, Khamidi MF, Ahmad JB, Zakaria SB. Construction labor production rates modeling using artificial neural network. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*. 2011; 16: 713–726.
- [6] Nasirzadeh F, Nojedehe P. Dynamic modeling of labor productivity in construction projects. *International Journal of Project Management*. 2013; 31(6): 903-911.
- [7] Alaghbari W, Al-Sakkaf AA, Sultan B. Factors affecting construction labour productivity in Yemen. *International Journal of Construction Management*. 2017; 19(1): 79-91.
- [8] Karunarathna DMTGNM, Siriwardana CSA. A tool to assess construction worker productivity. *2018 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), Moratuwa, Sri Lanka*. 2018, pp. 577-582.
- [9] McKinsey Global Institute. Skill shift automation and the future of the workforce. เข้าถึงได้จาก: https://www.scbeic.com/th/detail/file/product/4740/f1pzqdcf03/Note_TH_construction-tech_20180606.pdf. [เข้าถึงเมื่อ 23 มีนาคม 2563].
- [10] Rangsungnen K. *Factor Analysis by SPSS and AMOS for Research*. Bangkok: Se - Education. 2011.
- [11] Benviolent C, Moyo T. Factors affecting labor productivity on building projects in Zimbabwe. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*. 2014; 3(1): 57–65.
- [12] Muhammad NZ, Sani A, Muhammad A, Balubaid S, Ituma EE, Suleiman JH. Evaluation of factors affecting labour productivity in construction industry: a case study. *Jurnal Teknologi*. 2015; 77(12).
- [13] Bekr G. Study of significant factors affecting labor productivity at construction sites in Jordan: site survey. *Journal of Engineering Technology*. 2016; 4(1): 92-97.
- [14] Malisiovas A. Construction productivity: from measurement to improvement. *Proceeding of Advancing Project Management for the 21st Century Concepts, Tools & Techniques for Managing Successful Projects, Heraklion, Crete, Greece*. 2010, AA067.
- [15] Shashank K, Hazra S, Pal KN. *Analysis of key factors affecting the variation of labour productivity in construction projects*. 2014.
- [16] Sayali S, Botre R. Applying total interpretive structural modeling to study factors affecting construction labour productivity. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. 2014; 14(1): 20–31.
- [17] Ghoddousi P, Hosseini MR. A survey of the factors affecting the productivity of construction projects in Iran. *Technological and economic development of economy*. 2012; 18(1): 99-116.
- [18] Mahamid I. Contractors' perspective toward factors affecting labor productivity in building construction. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2013; 20(5): 446-460.
- [19] Gundecha MM. *Study of factors affecting labor productivity at a building construction project in the USA: web survey*. 2013.
- [20] Halwatura RU. Critical factors which govern labour productivity in building construction industry in Sri Lanka. *PM World Journal*. 2015; 4(4): 1-13.
- [21] Hickson BG, Ellis LA. Factors affecting construction labour productivity in Trinidad and Tobago. *The Journal of the Association of Professional engineers of Trinidad and Tobago*. 2014; 42(1): 4-11.
- [22] สำนักงานปลัดกระทรวงแรงงาน เข้าถึงได้จาก: <https://www.mol.go.th/wpcontent/uploads/sites/2/2021/01/สถิติแรงงานประจำปี-2562-ฉบับเพิ่ม-ISBN.pdf>. [เข้าถึงเมื่อ 15 กันยายน 2563].
- [23] Yamane T. *Statistics: An Introductory Analysis*. New York: New York: Harper & Row. 1973.

- [24] Krejcie RV, Morgan DW. Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*. 1970; 30(3): 607-610.
- [25] Turner RC, Carlson L. Indexes of item- objective congruence for multidimensional items. *International Journal of Testing*. 2003; 3(2): 163-171.
- [26] Nunnally JC. *Psychometric Theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill. 1978.
- [27] Baruch Y. Response rate in academic studies- a comparative analysis. *Human Relations*. 1999; 52(4): 421-438.
- [28] Schumacker E, Lomax G. *A beginner's Guide to Structural Equation Modelling*. 4th ed. Routledge. Taylor & Francis. 2016.