JTE
HCMUTE
ISSN: 1859-1272

TẠP CHÍ KHOA HỌC GIÁO DỤC KỸ THUẬT
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh
Website: https://jte.edu.vn
Email: jte@hcmute.edu.vn

Developing a Digital Competence Framework for the Offset Printing Workforce in Ho Chi Minh City

Quoc Long Che*, Xuan Vu Cao
PrintMedia Academy Vietnam (PRIMA), Vietnam

*Corresponding author. Email: quoclong.che@prima.vn

ARTICLE INFO

Received: 19/05/2026
Revised: 18/08/2026
Accepted: 25/09/2026
Online First: 11/11/2026
Published:

KEYWORDS

Digital competence framework;
Digital transformation;
Offset printing;
Printing vocational training;
Industry 4.0 workforce.

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution is reshaping digital competence requirements for the manufacturing workforce, including the offset printing sector, which accounts for approximately 80% of the printing market in Ho Chi Minh City (HCMC), Vietnam. This study (i) assesses the current state of digital competence in this workforce and (ii) proposes a domain-specific Digital Competence Framework (DCF) contextualized for the Vietnamese Qualifications Framework (VQF). A sequential explanatory mixed-methods design combined 120 valid enterprise-level questionnaires (margin of error ≈ 7.5%, 95% confidence) with 30-day field observation and semi-structured interviews with 15 managers at Print Joint Stock Company No. 7. The framework draws on DigComp 2.2, Bloom's revised taxonomy, the Dreyfus model and Vietnamese qualification regulations, and was validated through a three-round Delphi panel of eight experts (consensus ≥ 80%). Results show that 94.2% of enterprises reported shortages in both the quantity and the professional quality of their workforce, and that the proposed DCF comprises seven core competence groups and seven proficiency levels mapped to the VQF, each group structured along four components: knowledge, professional skills, autonomy and responsibility, and digital and communication competence. To the authors' knowledge, this is among the first studies to operationalize such a framework for Vietnam's printing sector, providing a scientific basis for standardizing training and restructuring the workforce. Theoretically, the study advances an operational definition of digital competence for cyber-physical manufacturing and an integrative logic linking DigComp 2.2, Bloom, Dreyfus and the VQF, thereby contextualizing Industry 4.0 workforce-transformation theory for the printing sector.

Xây dựng khung năng lực số cho nguồn nhân lực ngành in offset tại Thành phố Hồ Chí Minh

Chế Quốc Long*, Cao Xuân Vũ
Học viện PrintMedia Việt Nam (PRIMA), Việt Nam

*Tác giả liên hệ. Email: quoclong.che@prima.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 19/05/2026
Ngày hoàn thiện: 18/08/2026
Ngày chấp nhận đăng: 25/09/2026
Ngày đăng trực tuyến: 11/11/2026
Ngày xuất bản:

TỪ KHÓA

Khung năng lực số;
Chuyển đổi số;

TÓM TẮT

Cách mạng công nghiệp 4.0 đang thay đổi yêu cầu năng lực số của lao động sản xuất; in offset chiếm khoảng 80% thị phần ngành in tại Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM). Nghiên cứu (i) đánh giá thực trạng năng lực số của nhân lực ngành này và (ii) đề xuất khung năng lực số chuyên biệt gắn với Khung trình độ quốc gia (VQF). Thiết kế hỗn hợp tuần tự giải thích gồm 120 phiếu khảo sát doanh nghiệp hợp lệ (sai số biên ≈ 7,5%; tin cậy 95%), quan sát hiện trường 30 ngày và phỏng vấn 15 cán bộ quản lý tại một doanh nghiệp điển hình. Khung kế thừa DigComp 2.2, Bloom, Dreyfus và quy định VQF, được xác thực bằng Delphi 3 vòng với 8 chuyên gia (đồng thuận ≥ 80%). Kết quả: 94,2% doanh nghiệp xác nhận nhân lực thiếu về số lượng và yếu về chất lượng; khung gồm 7 nhóm năng lực cốt lõi và 7 cấp độ ánh

JTE
HCMUTE
ISSN: 1859-1272

TẠP CHÍ KHOA HỌC GIÁO DỤC KỸ THUẬT
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh
Website: https://jte.edu.vn
Email: jte@hcmute.edu.vn

In offset;
Đào tạo nghề in;
Lực lượng lao động Công nghiệp 4.0.

xạ VQF; mỗi nhóm có 4 thành phần: (1) kiến thức; (2) kỹ năng nghề; (3) tự chủ và trách nhiệm; (4) năng lực số và giao tiếp. Theo tổng quan tài liệu của nhóm tác giả, đây là một trong những khung năng lực số đầu tiên cho ngành in Việt Nam, tạo cơ sở chuẩn hóa đào tạo và tái cấu trúc nhân lực. Về lý thuyết, nghiên cứu đề xuất định nghĩa thao tác về năng lực số cho sản xuất thực-ảo (cyber-physical manufacturing) và logic tích hợp bốn khung nêu trên.

DOI: https://doi.org/10.54644/jte.2026.2458

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Đặt vấn đề

Cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (4IR) đang định hình lại tương lai việc làm trên toàn cầu. Các công nghệ tiên phong như trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data) và kết nối vạn vật (IoT) đòi hỏi nền tảng kỹ năng số của người lao động phải liên tục đổi mới. Báo cáo Future of Jobs 2023 của Diễn đàn Kinh tế Thế giới dự báo hơn 60% người lao động cần được đào tạo lại (reskilling) hoặc nâng cấp kỹ năng (upskilling) từ nay đến năm 2027 để thích ứng với chuyển đổi số [1]. Báo cáo OECD Skills Outlook 2023 cũng nhấn mạnh kỹ năng số là yếu tố then chốt giúp người lao động tăng năng suất và khả năng tìm kiếm việc làm trong nền kinh tế số [2]. Tại Việt Nam, Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030 đã xác định năng lực số của công dân là yếu tố cốt lõi [3].

Ngành in Việt Nam là một ngành công nghiệp phụ trợ phát triển nhanh và ổn định, với tổng doanh thu ước đạt 4 tỷ USD (gồm cả khu vực FDI), đóng góp khoảng 1% GDP, trong đó khu vực TP.HCM chiếm hơn 65% tổng doanh thu ngành in cả nước với hơn 1.300 doanh nghiệp [4]. Tuy nhiên, ngành đang đối mặt tình trạng thiếu hụt nhân lực nghiêm trọng: thiếu hụt lao động tay nghề cao và quản lý cấp trung, đồng thời tồn tại khoảng cách lớn giữa đào tạo và thực tế sản xuất, khoảng 80% doanh nghiệp khó tìm ứng viên đủ chuẩn [4]. Đây là thách thức lớn trong bối cảnh cạnh tranh với khu vực FDI đang gia tăng.

Trên thế giới, các tổ chức quốc tế đã xây dựng nhiều khung năng lực số cho công dân nói chung, tiêu biểu là DigComp 2.2 của Liên minh Châu Âu [5], khung tham chiếu năng lực số UNESCO GFRDL [6], bộ công cụ ITU Digital Skills [7] và G20 Toolkit [8]. Tại các nước có ngành in phát triển, một số khung năng lực liên quan đến ngành đã được ban hành như chuẩn nghề nghiệp lĩnh vực in và truyền thông của Hiệp hội In và Truyền thông Liên bang Đức (Bundesverband Druck und Medien – bvdm) [9]. Mặc dù vậy, các khung nêu trên còn ba hạn chế: (i) phần lớn không chuyên biệt cho ngành in mà chỉ đề cập đến lĩnh vực đồ họa hoặc truyền thông, (ii) chưa được ngữ cảnh hóa phù hợp với điều kiện Việt Nam và (iii) chưa kết nối với hệ thống đào tạo nghề và khung đánh giá trình độ công nghệ doanh nghiệp theo Thông tư 17/2019/TT-BKHCN [10]. Khoảng trống nghiên cứu này đặt ra yêu cầu cấp thiết phải xây dựng một khung năng lực số chuyên biệt cho ngành in offset tại Việt Nam, làm cơ sở khoa học để chuẩn hóa đào tạo, tái cấu trúc lực lượng lao động và thúc đẩy chuyển đổi số.

Trong lĩnh vực nghiên cứu về chuyển đổi lực lượng lao động cho Công nghiệp 4.0 (Industry 4.0 workforce transformation), các công trình gần đây đã dịch chuyển trọng tâm từ kỹ năng thủ công đơn lẻ sang các hồ sơ năng lực lai (hybrid competency profiles). Hecklau và cộng sự [11] phân nhóm năng lực 4.0 thành bốn cụm: kỹ thuật, phương pháp luận, xã hội và cá nhân. Hernandez-de-Menendez và cộng sự [12] tổng hợp yêu cầu năng lực 4.0 xuyên ngành và chỉ ra rằng nhà tuyển dụng liên tục xếp năng lực phương pháp luận xuyên lĩnh vực (giải quyết vấn đề, tư duy hệ thống) cao hơn kiến thức kỹ thuật đơn lẻ. Đặc biệt, nghiên cứu thực nghiệm của Tortorella và cộng sự [13] cho thấy nhu cầu học tập tổ chức khi áp dụng Công nghiệp 4.0 nằm ở giao điểm giữa công nghệ vận hành (OT) và công nghệ thông tin (IT); phát hiện này phù hợp với bản chất của ngành in đang chuyển đổi số, nơi máy in trở thành hệ thống thực-ảo (cyber-physical system) kết nối JDF/JMF và IoT. Tuy vậy, phần lớn các khung năng lực 4.0 hiện có mang tính khái quát xuyên ngành và chưa được cụ thể hóa cho một ngành sản xuất đặc thù tại các nền kinh tế đang phát triển.

Như vậy, khoảng trống nghiên cứu không chỉ là việc "chưa có khung cho ngành in Việt Nam", mà sâu xa hơn là sự thiếu vắng một khung năng lực được thiết kế cho quá trình chuyển đổi lực lượng lao động ngành in sang mô hình sản xuất thông minh — một khung vừa gắn với công nghệ thực-ảo đặc thù ngành, vừa tương thích với hệ thống trình độ quốc gia. Nghiên cứu này hướng đến lấp đầy khoảng trống đó.

Mục tiêu nghiên cứu. Nghiên cứu này hướng đến hai mục tiêu cụ thể: (i) đánh giá thực trạng nguồn nhân lực và mức độ ứng dụng công nghệ số tại các doanh nghiệp in offset ở TP.HCM, (ii) thiết kế khung năng lực số chuyên biệt cho ngành in gồm 7 nhóm năng lực cốt lõi và 7 cấp độ trình độ, ánh xạ trực tiếp với 8 bậc của Khung trình độ quốc gia Việt Nam (VQF) [14]. Đây là loại nghiên cứu mô tả – thiết kế (descriptive design study), không kiểm định giả thuyết, mà tập trung vào việc mô tả thực trạng và xây dựng công cụ tham chiếu. Theo phạm vi tổng quan tài liệu của nhóm tác giả, đây là một trong những nghiên cứu đầu tiên cụ thể hóa khung năng lực số cho ngành in tại Việt Nam.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

2.1.1. Khung năng lực số tham chiếu quốc tế

Khung năng lực số trong nghiên cứu này kế thừa cấu trúc của DigComp 2.2 do Trung tâm Nghiên cứu Chung của Ủy ban Châu Âu công bố năm 2022 [5]. DigComp 2.2 phân loại năng lực số của công dân thành 5 lĩnh vực: (1) Information and Data Literacy, (2) Communication and Collaboration, (3) Digital Content Creation, (4) Safety, (5) Problem Solving, với 21 năng lực thành phần và 8 cấp độ trình độ. Tuy nhiên, DigComp 2.2 được thiết kế cho công dân nói chung, nên cần được mở rộng và chuyên biệt hóa cho ngữ cảnh sản xuất công nghiệp. Bên cạnh DigComp 2.2, nghiên cứu cũng tham chiếu khung UNESCO GFRDL [6], bộ công cụ ITU Digital Skills [7] và G20 Toolkit [8].

Trong nghiên cứu này, năng lực số của người lao động ngành in (digital competence) được định nghĩa lại cho bối cảnh sản xuất thực-ảo (cyber-physical manufacturing) là năng lực vận dụng, phản biện và sử dụng có trách nhiệm các công nghệ số nhúng trong dây chuyền sản xuất, bao gồm hệ thống điều khiển số của máy in, luồng dữ liệu JDF/JMF, cảm biến IoT, hệ thống MIS/ERP và công cụ phân tích dữ liệu. Năng lực này được vận dụng nhằm vận hành, giám sát, tối ưu hóa và ra quyết định dựa trên dữ liệu trong môi trường sản xuất kết nối. Định nghĩa này mở rộng khái niệm "digital competence for citizens" của DigComp 2.2 theo hai chiều: (i) từ tương tác với thiết bị số cá nhân sang tương tác với hệ thống thực-ảo công nghiệp, và (ii) từ kỹ năng số tổng quát sang năng lực số gắn với quy trình nghề nghiệp cụ thể (domain-embedded digital competence). Cách tiếp cận này nhất quán với phân loại năng lực (competence typology) "Human Capital 4.0" của Flores và cộng sự [15] và với sự phân biệt kinh điển giữa "năng lực" (competence) và "bằng cấp" (qualification) của Ellström [16].

2.1.2. Mô hình phân cấp trình độ

Để phân cấp trình độ, nghiên cứu kết hợp hai mô hình lý thuyết bổ trợ nhau. Thứ nhất, thang nhận thức Bloom phiên bản hiệu chỉnh của Anderson và Krathwohl [17] gồm 6 cấp độ tư duy (Remember → Understand → Apply → Analyze → Evaluate → Create) cung cấp logic phát triển nhận thức theo chiều dọc. Thứ hai, mô hình phát triển kỹ năng của Dreyfus và Dreyfus [18] với 5 giai đoạn (Novice → Advanced Beginner → Competent → Proficient → Expert) bổ sung chiều phát triển kỹ năng thực hành. Hai mô hình này được tích hợp và ánh xạ với 8 bậc của Khung trình độ quốc gia Việt Nam ban hành theo Quyết định 1982/QĐ-TTg ngày 18/10/2016 [14], từ đó hình thành 7 cấp độ trong khung đề xuất, từ Tập sự (Novice) ở VQF bậc 1 đến Chuyên gia chiến lược (Strategic Expert) ở VQF bậc 8. Cách tích hợp này bảo đảm người học đạt được kỹ năng tiên quyết ở cấp thấp trước khi tiến lên cấp cao, đồng thời tương thích với hệ thống giáo dục nghề nghiệp hiện hành. Trong thời gian hoàn thiện bản thảo, Khung trình độ quốc gia Việt Nam đã được thay thế bằng Quyết định 39/2026/QĐ-TTg ngày 23/7/2026, có hiệu lực từ ngày 7/9/2026 [19]. Khung đề xuất trong nghiên cứu này được xây dựng và xác thực theo Quyết định 1982/QĐ-TTg; đối chiếu cho thấy ánh xạ ở các bậc 4–8 (trung cấp, cao đẳng, đại học, thạc sĩ, tiến sĩ) được giữ nguyên, trong khi mô tả các bậc 1–3 và yêu cầu về sử dụng công cụ số, công cụ trí

tuệ nhân tạo có thay đổi. Việc rà soát lại ánh xạ theo văn bản mới được xác định là một nội dung của nghiên cứu tiếp theo (Mục 4.4).

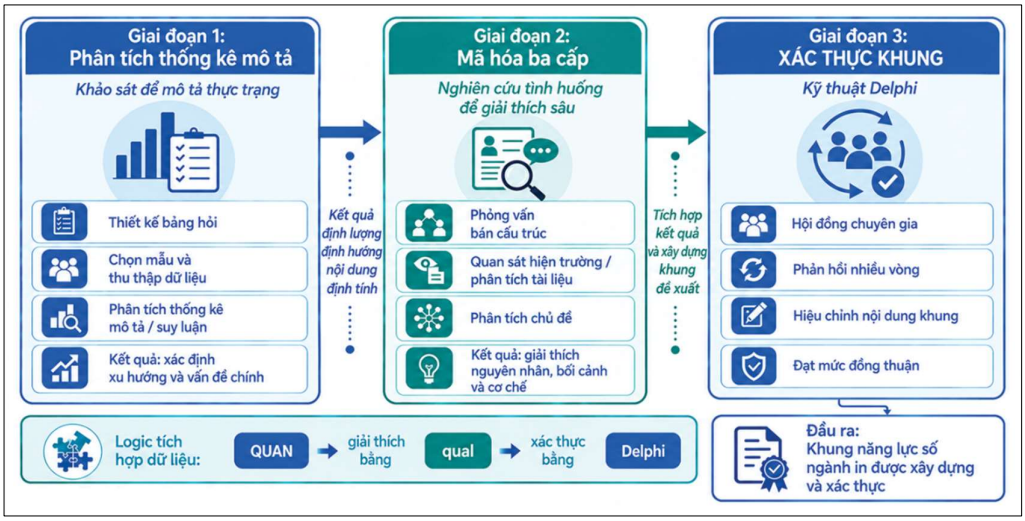
Việc tích hợp bốn khung dựa trên logic: DigComp 2.2 cung cấp *trục nội dung* (5 lĩnh vực năng lực số — trả lời câu hỏi "năng lực gì?"), thang Bloom hiệu chỉnh cung cấp *trục nhận thức* (mức độ tư duy từ nhớ đến sáng tạo — "hiểu sâu đến đâu?"), mô hình Dreyfus cung cấp *trục kỹ năng hành nghề* (từ tập sự đến chuyên gia — "thành thạo đến mức nào?") và VQF cung cấp *trục thể chế* (8 bậc trình độ quốc gia — "tương ứng văn bằng, vị trí việc làm nào?"). Bốn trục này giao nhau tạo thành một không gian năng lực đa chiều, trong đó mỗi ô của khung (nhóm năng lực × cấp độ × thành phần) được định vị đồng thời trên cả bốn trục, bảo đảm tính nhất quán lý thuyết (theoretical coherence) và khả năng vận hành trong hệ thống đào tạo nghề hiện hành.

2.1.3. Khung tham chiếu doanh nghiệp

Khung đánh giá trình độ và năng lực công nghệ sản xuất của doanh nghiệp được tham chiếu từ Thông tư 17/2019/TT-BKHCN của Bộ Khoa học và Công nghệ [10], gồm 5 nhóm tiêu chí T–E–O–R–I: (T) Hiện trạng công nghệ–thiết bị, (E) Hiệu quả khai thác công nghệ, (O) Năng lực tổ chức quản lý, (R) Năng lực nghiên cứu–phát triển, và (I) Năng lực đổi mới sáng tạo. Đối với cấu trúc 4 thành phần của mỗi nhóm năng lực (kiến thức, kỹ năng nghề, tự chủ và trách nhiệm, năng lực số và giao tiếp), nghiên cứu áp dụng quy định chuẩn đầu ra trong giáo dục nghề nghiệp theo Thông tư 12/2017/TT-BLĐTBXH của Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội [20]. Trong nghiên cứu này, bộ tiêu chí T–E–O–R–I được sử dụng làm khung tham chiếu khi thiết kế phần khảo sát hiện trạng công nghệ (Phần C của phiếu) và khi diễn giải kết quả ở Mục 3.1; việc phát triển bộ công cụ đo lường định lượng đầy đủ theo T–E–O–R–I được xác định là hướng nghiên cứu tiếp theo (Mục 4.4).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu áp dụng thiết kế hỗn hợp tuần tự giải thích (sequential explanatory mixed-methods) theo Creswell và Plano Clark [21], gồm ba giai đoạn nối tiếp: (1) khảo sát định lượng để mô tả thực trạng; (2) nghiên cứu tình huống định tính để giải thích sâu các phát hiện; (3) xác thực khung bằng kỹ thuật lấy ý kiến chuyên gia (Delphi). Sơ đồ quy trình được trình bày trong Hình 1.



Hình 1. *Sơ đồ thiết kế nghiên cứu ba giai đoạn.*

2.2.1. Giai đoạn 1 – Khảo sát định lượng

Tổng thể nghiên cứu là doanh nghiệp in tại TP.HCM, ước tính 1.300 đơn vị theo báo cáo của Hiệp hội In Việt Nam và Hiệp hội In TP.HCM [4]. Tiêu chí lựa chọn: (i) doanh nghiệp có quy mô từ 50 lao động trở lên, nhằm bảo đảm cơ cấu lao động đa dạng đủ để khảo sát các vị trí nghề, (ii) sở hữu máy in offset từ 2 đến 6 màu, đại diện cho công nghệ in phổ thông nhất, chiếm khoảng 80% thị phần ngành [4].

Phương pháp chọn mẫu và cỡ mẫu. Phương pháp chọn mẫu phân tầng theo quy mô doanh nghiệp (3 tầng: 50–100, 101–300, trên 300 lao động). Khung chọn mẫu là các doanh nghiệp đáp ứng đồng thời hai tiêu chí nêu trên, ước tính chiếm khoảng 30% tổng số doanh nghiệp in trên địa bàn, tương ứng N ≈ 390 đơn vị. Quy mô mẫu thực tế thu được là n = 120 phiếu khảo sát hợp lệ (tỷ lệ thu hồi 92%, từ 130 phiếu phát ra), tương đương khoảng 30,8% khung chọn mẫu. Với N = 1.300, độ tin cậy 95% và p = 0,5 (có hiệu chỉnh quần thể hữu hạn), cỡ mẫu n = 120 tương ứng với sai số biên ≈ 7,5%. Mức sai số này vẫn lớn hơn ngưỡng 5% thường gặp, song được chấp nhận do giới hạn nguồn lực trong khuôn khổ một nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Sở. Đây là một giới hạn về tính khái quát hóa, được thảo luận trong Mục 4. Đơn vị phân tích là doanh nghiệp (mỗi doanh nghiệp một phiếu, do giám đốc/phó giám đốc sản xuất hoặc trưởng phòng kỹ thuật trực tiếp trả lời).

120 phiếu hợp lệ được phân bố theo ba tầng quy mô tương ứng với cơ cấu tổng thể: tầng 50–100 lao động chiếm 55,0% mẫu (66 doanh nghiệp), tầng 101–300 lao động chiếm 33,3% (40 doanh nghiệp) và tầng trên 300 lao động chiếm 11,7% (14 doanh nghiệp). Tỷ lệ phân tầng này xấp xỉ cơ cấu quy mô của tổng thể doanh nghiệp in đáp ứng tiêu chí lựa chọn theo báo cáo của Hiệp hội In TP.HCM [4], qua đó bảo đảm mẫu phản ánh được cấu trúc quy mô của ngành và giảm thiểu thiên lệch chọn mẫu. Việc phân tầng cân đối làm tăng tính đại diện của các suy diễn mô tả; vì vậy, các kết luận định lượng được diễn giải ở cấp độ mô tả xu hướng (descriptive trends), không phải suy diễn nhân quả.

Công cụ và độ tin cậy. Phiếu khảo sát gồm 25 mục chia thành 4 phần: (A) thông tin doanh nghiệp (5 mục), (B) cơ cấu nhân lực (6 mục), (C) hiện trạng công nghệ và phần mềm chuyên dụng (9 mục) và (D) mong đợi về năng lực nhân sự (5 mục). Phần lớn câu hỏi sử dụng thang định danh, một số mục thuộc Phần D dùng thang Likert 5 bậc. Phiếu được kiểm định nội dung qua phản biện của 3 chuyên gia ngành in. Hệ số Cronbach's α của nhóm 5 mục Likert đo kỳ vọng năng lực, tính trên toàn bộ 120 phiếu, đạt 0,80, vượt ngưỡng 0,70 theo Nunnally và Bernstein [22].

Thời gian thu thập từ tháng 10/2024 đến tháng 03/2025. Phân tích dữ liệu bằng thống kê mô tả (tần suất, tỷ lệ, M ± SD) sử dụng IBM SPSS Statistics v.26.

2.2.2. Giai đoạn 2 – Nghiên cứu tình huống định tính

Để giải thích sâu các phát hiện định lượng, nghiên cứu lựa chọn Công ty Cổ phần In Số 7 theo phương pháp chọn mẫu có chủ đích (purposive sampling). Doanh nghiệp này được chọn vì hội tụ đủ ba công đoạn sản xuất (trước in – in – sau in) với công nghệ tiêu biểu và dải sản phẩm bao quát phần lớn thị trường in offset, cho phép quan sát trọn vẹn chuỗi năng lực nghề. Ba hoạt động được triển khai: (i) quan sát hiện trường liên tục 30 ngày tại các bộ phận trước in – in – sau in, ghi nhận bằng nhật ký quan sát có cấu trúc, (ii) phỏng vấn bán cấu trúc với 15 cán bộ quản lý (giám đốc sản xuất, trưởng phòng kỹ thuật, quản đốc phân xưởng), mỗi cuộc phỏng vấn kéo dài 45–60 phút, được ghi âm và mã hóa, (iii) khảo sát bằng phiếu có cấu trúc kết hợp bài kiểm tra trắc nghiệm năng lực số gồm 21 câu đối với 120 người lao động trực tiếp thuộc cả ba bộ phận của doanh nghiệp tình huống (mẫu này độc lập với mẫu 120 doanh nghiệp ở Giai đoạn 1). Kết quả bài kiểm tra được sử dụng để nhận diện các khoảng trống kỹ năng (skill gap) khi xây dựng mô tả cấp độ năng lực. Dữ liệu định tính được mã hóa ba cấp (mở – trục – chọn lọc) theo phương pháp lý thuyết nền (Grounded Theory) của Strauss và Corbin [23]. Mục tiêu của Giai đoạn 2 không phải khái quát hóa thống kê mà là *giải thích sâu (explanatory depth)* cho các phát hiện định lượng ở Giai đoạn 1, phù hợp với logic của thiết kế hỗn hợp tuần tự giải thích [21]. Nhóm tác giả ý thức rằng văn hóa tổ chức, công nghệ và thực trạng nhân sự của một doanh nghiệp khó đại diện cho toàn bộ hệ sinh thái in offset, do đó, phân tích đa tình huống có so sánh chéo (cross-case analysis) trên 2–3 doanh nghiệp với quy mô và mô hình sở hữu khác nhau được xác định là một hướng mở rộng ưu tiên trong nghiên cứu tiếp theo (Mục 4.4).

2.2.3. Giai đoạn 3 – Xác thực khung bằng kỹ thuật lấy ý kiến chuyên gia

Bản dự thảo khung năng lực số ngành in được hoàn thiện dựa trên tổng hợp dữ liệu định lượng và định tính, sau đó được xác thực thông qua kỹ thuật lấy ý kiến chuyên gia (Delphi) 3 vòng theo hướng dẫn của Hsu và Sandford [24] với hội đồng 8 chuyên gia gồm: 2 giảng viên cao cấp ngành công nghệ in, 3 chủ doanh nghiệp/giám đốc kỹ thuật, 2 đại diện Hiệp hội In TP.HCM và Hiệp hội In Việt Nam, và 1 đại diện cơ quan quản lý nhà nước về công nghệ. Mỗi vòng Delphi sử dụng phiếu đánh giá với thang

Likert 5 bậc cho từng thành phần năng lực. Đồng thuận được xác định khi ≥ 80% chuyên gia chọn mức 4 hoặc 5. Sau vòng 3, khung đạt mức đồng thuận trung bình 86,7% trên toàn bộ 7 nhóm năng lực. Các thành phần chưa đạt ngưỡng ở vòng trước đó đã được hiệu chỉnh hoặc hợp nhất trước khi đưa vào vòng kế tiếp. Đây là khung đề xuất mang tính lý thuyết và đồng thuận chuyên gia (a theoretically-grounded, expert-consensus framework): khung đã được xác thực về giá trị nội dung (content validity) thông qua kỹ thuật Delphi và cần được kiểm nghiệm thực chứng về giá trị cấu trúc (construct validity) bằng các công cụ đo lường định lượng như phân tích nhân tố khám phá (EFA) và khẳng định (CFA) trong các nghiên cứu tiếp theo.

Đạo đức nghiên cứu. Tất cả người tham gia (khảo sát, phỏng vấn, hội đồng Delphi) đã ký phiếu đồng ý tham gia tự nguyện, danh tính người được phỏng vấn được mã hóa khi báo cáo (PVS-01 đến PVS-15) và chỉ nêu chức danh ở mức khái quát. Công ty Cổ phần In Số 7 đã đồng ý cho phép nêu tên doanh nghiệp trong công bố khoa học. Nghiên cứu không nhận tài trợ từ bất kỳ doanh nghiệp nào được khảo sát.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thực trạng nguồn nhân lực và ứng dụng công nghệ tại các doanh nghiệp in offset TP.HCM

Phân tích 120 phiếu khảo sát hợp lệ cho thấy một bức tranh đáng lo ngại về nguồn nhân lực và mức độ ứng dụng công nghệ tại các doanh nghiệp in offset TP.HCM (Bảng 1).

Bảng 1. *Thực trạng nguồn nhân lực và ứng dụng công nghệ tại các doanh nghiệp in offset TP.HCM (n = 120).*

Tiêu chí	Tỷ lệ (%)	M ± SD
A. Đánh giá tổng thể nguồn nhân lực		
Doanh nghiệp xác nhận nguồn nhân lực thiếu về số lượng và yếu về chất lượng chuyên môn	94,2 (113/120)	—
B. Cơ cấu trình độ lao động		
Lao động phổ thông	—	60,2 ± 8,3
Trung cấp/Cao đẳng nghề	—	29,8 ± 6,5
Đại học trở lên	—	10,0 ± 4,2
C. Mức độ ứng dụng công nghệ số trong sản xuất		
Kiểm soát chất lượng chủ yếu dựa trên kinh nghiệm trực quan	45,8 (55/120)	—
Sử dụng phần mềm chuyên dụng (Artios CAD, Signastation, RIP)	32,5 (39/120)	—
Sử dụng hệ thống MIS/ERP chuyên ngành in	18,3 (22/120)	—
D. Mong đợi của doanh nghiệp về năng lực nhân sự (Likert 5 bậc, Cronbach's α = 0,80)		
Kiến thức nền tảng vững (mức 4–5/5)	60,0 (72/120)	4,12
Vận hành thiết bị số hóa (mức 4–5/5)	71,7 (86/120)	4,28
Cập nhật tiêu chuẩn quốc tế (ISO 12647, G7, FOGRA)	74,2 (89/120)	4,35

Ghi chú: M = trung bình, SD = độ lệch chuẩn. Tỷ lệ được tính trên n = 120 doanh nghiệp (số trong ngoặc là số doanh nghiệp tương ứng). Ở mục B, giá trị trong cột M ± SD là tỷ lệ trung bình giữa các doanh nghiệp (%). Ở mục D, bảng báo cáo tỷ lệ lựa chọn mức 4–5/5 và giá trị trung bình (M) của thang Likert 5 bậc.

Kết quả ở Bảng 1 cho thấy ba điểm đáng chú ý. Thứ nhất, 94,2% doanh nghiệp (113/120) xác nhận nguồn nhân lực thiếu về số lượng và yếu về chất lượng chuyên môn. Cơ cấu trình độ lệch nặng về lao động phổ thông (M = 60,2%, SD = 8,3) trong khi tỷ lệ đại học chỉ chiếm 10,0% (SD = 4,2), phản ánh đặc thù của một ngành mà việc đào tạo chủ yếu vẫn diễn ra dưới hình thức truyền nghề tại nơi làm việc. Thứ hai, mức độ ứng dụng công nghệ số còn rất hạn chế: 45,8% doanh nghiệp (55/120) kiểm soát chất

lượng chủ yếu bằng kinh nghiệm trực quan, chỉ 32,5% (39/120) sử dụng phần mềm chuyên dụng như Artios CAD hay Signastation trong sản xuất và đáng báo động là chỉ 18,3% (22/120) triển khai hệ thống MIS/ERP chuyên ngành. Thứ ba, doanh nghiệp đặt mong đợi cao về ba năng lực then chốt của nhân sự tương lai: kiến thức nền tảng vững (60,0% chọn mức 4–5/5), vận hành thiết bị số hóa (71,7%) và cập nhật tiêu chuẩn quốc tế (74,2%). Chênh lệch giữa mức ứng dụng công nghệ hiện tại và kỳ vọng của doanh nghiệp gợi ý một khoảng trống năng lực (competence gap) mà nghiên cứu hướng đến giải quyết.

Phỏng vấn bán cấu trúc tại Công ty Cổ phần In Số 7 củng cố các phát hiện định lượng. Một quản đốc phân xưởng thành phẩm chia sẻ: "Việc điều chỉnh khuôn bế là chỉnh sửa theo kinh nghiệm tại máy bế, không có bù trừ tính toán trước theo độ dày giấy hoặc độ giãn giấy khi in" (PVS-05). Một trưởng phòng kỹ thuật cho biết: "Người vận hành đã làm việc 10–15 năm, kinh nghiệm rất tốt, nhưng khi máy in offset thế hệ mới của Heidelberg có giao diện điều khiển số kết nối JDF thì phải đào tạo lại gần như từ đầu" (PVS-03). Những nhận định này gợi ý sự lệ thuộc vào kinh nghiệm cá nhân thay vì hệ thống đo lường khách quan và đặt ra yêu cầu cấp thiết về một khung năng lực chuẩn hóa làm cơ sở cho đào tạo và đánh giá.

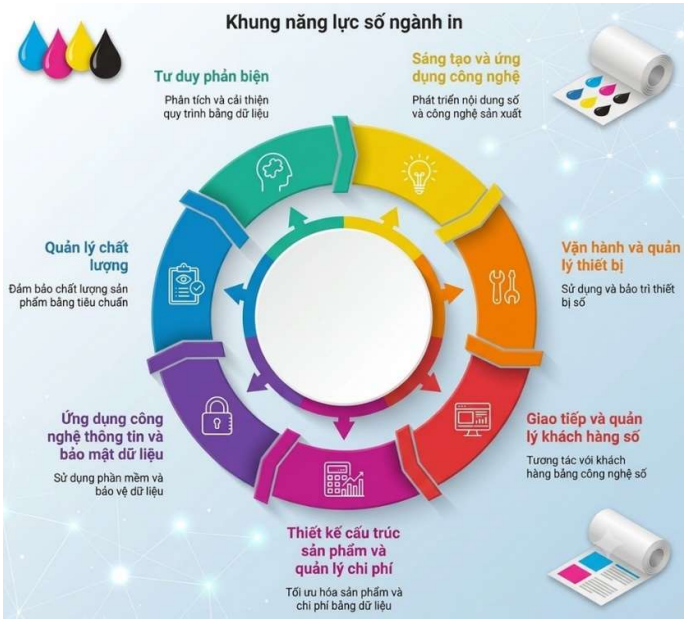
3.2. Khung năng lực số cho ngành in offset

Trên cơ sở phân tích yêu cầu công việc và đối chiếu với DigComp 2.2, nghiên cứu đề xuất khung năng lực số ngành in gồm 7 nhóm năng lực cốt lõi (Hình 2). Bảy nhóm năng lực này được thiết kế trên nguyên tắc kế thừa khung tham chiếu chung cho công dân số và mở rộng theo đặc thù ngành in offset. Bảng 2 trình bày ánh xạ chi tiết giữa 7 nhóm năng lực đề xuất với 5 lĩnh vực của DigComp 2.2 và các yếu tố chuyên biệt ngành.

Quy trình phân nhóm năng lực (competency clustering) được thực hiện theo bốn bước: (1) *trích xuất nhiệm vụ* — lập danh mục các nhiệm vụ nghề từ quan sát hiện trường 30 ngày và bản mô tả công việc của 15 vị trí, (2) *gán năng lực* — ánh xạ mỗi nhiệm vụ vào các năng lực thành phần theo 5 lĩnh vực DigComp 2.2 và bổ sung năng lực chuyên ngành, (3) *gom cụm* — nhóm các năng lực có liên hệ chức năng gần nhau thành cụm, dựa trên nguyên tắc phân cụm bốn nhóm (kỹ thuật – phương pháp luận – xã hội – cá nhân) của Hecklau và cộng sự [11], điều chỉnh cho đặc thù chuỗi giá trị in, (4) *kiểm định đồng thuận* — hội đồng Delphi rà soát, hợp nhất và xác nhận ranh giới giữa các cụm. Kết quả hội tụ thành 7 nhóm năng lực cốt lõi, trong đó bốn nhóm (1, 2, 3 và 5) ánh xạ 1–1 với một lĩnh vực của DigComp 2.2, còn ba nhóm (4, 6 và 7) được hình thành từ việc kết hợp nhiều lĩnh vực DigComp với các nhiệm vụ vận hành – thiết kế – kiểm soát chất lượng đặc thù của chuỗi giá trị in (Bảng 2). Cách phân nhóm này cũng tương đồng với mô hình năng lực nhân lực “Industrie 4.0” của Prifti và cộng sự [25].

Bảng 2. *Ánh xạ 7 nhóm năng lực số ngành in với DigComp 2.2 và yếu tố chuyên biệt ngành.*

Nhóm năng lực ngành in	Lĩnh vực tham chiếu DigComp 2.2	Yếu tố chuyên biệt ngành in offset
1. Sáng tạo và ứng dụng công nghệ	Area 3: Digital Content Creation	Phần mềm CTP, RIP, hệ thống quản lý màu ICC
2. Vận hành và quản lý thiết bị	Area 5: Problem Solving	IoT trên máy in offset, JDF/JMF workflow, MIS/ERP
3. Giao tiếp và quản lý khách hàng số	Area 2: Communication & Collaboration	Web-to-Print, CRM chuyên ngành in
4. Thiết kế cấu trúc sản phẩm và quản lý chi phí	Area 1: Information and Data Literacy + Area 3: Digital Content Creation	Artios CAD, ArtPro, dự toán bao bì
5. Ứng dụng công nghệ thông tin và bảo mật dữ liệu	Area 4: Safety	ERP/MIS ngành in, bảo mật file thiết kế khách hàng
6. Quản lý chất lượng	Area 1: Information and Data Literacy + Area 5: Problem Solving	Đo quang phổ, tiêu chuẩn ISO 12647, G7, FOGRA
7. Tư duy phản biện	Area 1: Information and Data Literacy (1.2) + Area 5: Problem Solving (5.3)	Phân tích nguyên nhân lỗi (RCA), Six Sigma



Hình 2. *Khung 7 nhóm năng lực cốt lõi của ngành in offset.*

Bảng 3. *Mô tả chi tiết cấu trúc 4 thành phần của nhóm năng lực "Vận hành và Quản lý thiết bị" ở cấp độ 2 và 4.*

Thành phần	Cấp độ 2 – Người vận hành (VQF bậc 2)	Cấp độ 4 – Giám sát viên kỹ thuật (VQF bậc 4–5)
Kiến thức	Nguyên lý hoạt động máy in offset (hệ cấp giấy, cấp mực, cấp ẩm, hệ lô bản – cao su – áp lực); quy trình vận hành chuẩn cho 1–2 dòng máy cụ thể; cơ chế kiểm soát chất lượng cơ bản (chồng màu, mật độ mực, độ pH dung dịch ẩm); bảo dưỡng định kỳ cấp 1.	Workflow JDF/JMF nâng cao, REST API và OPC-UA kết nối MIS – máy in; IoT công nghiệp (IIoT) và điện toán biên trong sản xuất in; tiêu chuẩn ISO 12647-2/-6/-7, G7 Master, FOGRA PSO và quản lý màu ICC; nguyên lý bảo trì dự đoán, TPM và chỉ số OEE; an ninh OT cơ bản.
Kỹ năng nghề	Vận hành độc lập máy in offset 2–4 màu cho sản phẩm phổ thông; điều chỉnh các thông số cơ bản (cấp giấy, lượng mực, áp lực in, cấp ẩm); xử lý lỗi thường gặp (kẹt giấy, lệch chồng màu, mất ẩm); thay bản, thay khuôn cao su và pha mực theo công thức có sẵn.	Tối ưu hóa hệ thống máy in tích hợp inline; lập kế hoạch sản xuất ngắn – trung hạn cho dây chuyền/phân xưởng; phân tích nguyên nhân lỗi (Root Cause Analysis – RCA); lập kế hoạch bảo trì định kỳ và bảo trì dự đoán dựa trên IoT; cân chỉnh máy đạt chứng nhận quốc tế (G7 Expert, FOGRA PSO).
Tự chủ và trách nhiệm	Vận hành độc lập trong ca theo lệnh sản xuất được giao; chịu trách nhiệm về số lượng và chất lượng tờ in của ca; phối hợp với phụ máy và bộ phận sau in; báo cáo sự cố cho tổ trưởng/giám sát.	Quản lý nhóm vận hành 3–7 người; chịu trách nhiệm về KPI năng suất và chất lượng của ca/dây chuyền; ra quyết định kỹ thuật trong phạm vi quyền hạn được giao; đào tạo, kèm cặp và đánh giá nhân viên cấp dưới; tham gia xử lý khiếu nại chất lượng từ khách hàng.
Năng lực số và giao tiếp	Sử dụng bảng điều khiển trung tâm của máy in ở mức vận hành; nhập và đọc thông tin trên hệ thống MIS cơ bản; sử dụng máy đo mật độ cầm tay; đọc lệnh sản xuất số (JDF ticket) và check-list điện tử; họp trực tuyến, làm việc nhóm trên nền tảng số.	Làm chủ phần mềm CMMS/EAM cho bảo trì; phân tích dữ liệu OEE và SPC bằng công cụ trực quan hóa dữ liệu; ứng dụng AI/ML cơ bản cho phân tích dự đoán hỏng hóc; trình bày báo cáo kỹ thuật bằng biểu đồ dữ liệu; giao tiếp với khách hàng và nhà cung cấp nước ngoài qua nền tảng số.

Nguồn: Nhóm tác giả xây dựng (2026) trên cơ sở DigComp 2.2 [5], Thông tư 12/2017/TT-BLĐTBXH [20] và kết quả khảo sát thực địa.

Trong mỗi nhóm năng lực, cấu trúc 4 thành phần được thiết kế theo Thông tư 12/2017/TT-BLĐTBXH [20]: Kiến thức (các nguyên tắc, khái niệm, dữ liệu nền tảng), Kỹ năng nghề (khả năng vận dụng kiến thức vào hành động cụ thể), Tự chủ và trách nhiệm (thái độ, trách nhiệm và khả năng tự chủ trong công việc) và Năng lực số và giao tiếp (ứng dụng công nghệ số trong công việc hàng ngày và giao tiếp trên nền tảng số). Bảng 3 minh họa chi tiết cấu trúc này cho nhóm "Vận hành và Quản lý thiết bị" — nhóm có tính chuyên biệt ngành cao nhất — ở hai cấp độ điển hình (cấp 2 và cấp 4). Ma trận mô tả đầy đủ 7 nhóm năng lực × 7 cấp độ × 4 thành phần được cung cấp trong tài liệu bổ sung trực tuyến của bài báo.

3.3. Khung trình độ và mô hình đào tạo

Khung trình độ được thiết kế gồm 7 cấp độ, ánh xạ trực tiếp với 8 bậc của Khung trình độ quốc gia Việt Nam (VQF) [14]. Việc tích hợp giữa thang Bloom hiệu chỉnh (6 cấp tư duy) và mô hình Dreyfus (5 giai đoạn phát triển kỹ năng) cho phép phân tách rạch ròi giữa chiều phát triển nhận thức và chiều phát triển kỹ năng hành nghề. Bảng S1 trình bày bảng ánh xạ này. Tương ứng giữa bảy cấp độ với hai mô hình nền tảng: cấp 1 gắn với giai đoạn Tập sự (Novice) của Dreyfus và các mức tư duy Nhớ – Hiểu của Bloom; cấp 2 tương ứng giai đoạn Người mới có kinh nghiệm (Advanced Beginner) và mức Hiểu – Vận dụng; cấp 3 và cấp 4 cùng thuộc giai đoạn Có năng lực (Competent), lần lượt ở mức Vận dụng – Phân tích và Phân tích – Đánh giá; cấp 5 tương ứng giai đoạn Thành thạo (Proficient) và mức Đánh giá; cấp 6 và cấp 7 thuộc giai đoạn Chuyên gia (Expert), lần lượt ở mức Đánh giá – Sáng tạo và Sáng tạo.

Số cấp độ của khung không phải là tổng hay tích số học của hai thang nền. Thang Bloom và mô hình Dreyfus đo hai chiều khác nhau — yêu cầu nhận thức đối với tri thức và phương thức hành nghề (mức độ tự chủ, tính trực giác khi ra quyết định) — và hai chiều này không tiến triển đồng tốc. Khi ánh xạ đồng thời hai thang lên một trục trình độ đơn điệu, tức mỗi cấp cao hơn không được thấp hơn cấp liền trước ở cả hai chiều, số cấp độ phân biệt được nằm trong khoảng từ 6 đến 6 + 5 – 1 = 10, do đó một thang 7 cấp là khả thi về mặt cấu trúc, còn giá trị cụ thể bằng 7 do trục thể chế VQF quyết định. Hệ quả của thiết kế này là mỗi cấp độ được gắn với một khoảng gồm một hoặc hai mức Bloom liền kề thay vì một mức duy nhất, phản ánh vùng chuyển tiếp của quá trình học tập. Ngược lại, một giai đoạn Dreyfus có thể trải trên hai cấp độ (Có năng lực ở cấp 3 và cấp 4, Chuyên gia ở cấp 6 và cấp 7).

Nghiên cứu chủ đích gộp VQF bậc 4 và bậc 5 vào chung Cấp độ 4 (Giám sát viên kỹ thuật) vì ba lý do. Thứ nhất, xét về chức năng nghề trong ngành in offset, vị trí giám sát kỹ thuật bao trùm một dải năng lực liên tục từ trình độ trung cấp nâng cao (VQF bậc 4) đến cao đẳng (VQF bậc 5) mà thực tiễn doanh nghiệp không phân tách thành hai vị trí việc làm riêng biệt. Thứ hai, theo mô hình Dreyfus, cả hai bậc này cùng thuộc giai đoạn "có năng lực" (Competent) — người lao động đã vận hành độc lập và bắt đầu quản lý nhóm, chưa đạt mức "thành thạo" (Proficient) của chuyên gia hệ thống. Thứ ba, việc gộp bậc giúp khung phản ánh đúng lộ trình thăng tiến nghề nghiệp thực tế, tránh tạo ra một cấp độ hình thức không tương ứng với vị trí việc làm cụ thể. Sáu cấp độ còn lại được ánh xạ 1:1 với các bậc VQF tương ứng (Bảng S1).

Khung đề xuất hướng tới cung cấp bộ thuật ngữ và tiêu chuẩn chung để mô tả, đo lường và công nhận năng lực số trong các bối cảnh nghề nghiệp khác nhau, làm cơ sở đối thoại giữa người lao động, doanh nghiệp, cơ sở đào tạo và cơ quan quản lý ngành.

Trên cơ sở khảo sát nghề, đánh giá trình độ công nghệ, năng lực sản xuất và xu hướng phát triển của ngành in trong nền kinh tế Việt Nam và quốc tế, nghiên cứu xác định 15 lĩnh vực chức năng của ngành in (Hình S1), bao gồm: (1) Vận hành và quản lý (quản lý luồng dữ liệu, nhân sự, tài chính), (2) Thiết kế sáng tạo (tạo nội dung số và thiết kế sản phẩm in), (3) Công nghệ trước in (chuẩn bị file và bình trang), (4) Công nghệ in (vận hành máy in và kiểm soát thông số), (5) Công nghệ sau in (hoàn thiện sản phẩm), (6) Thương mại số (tính chi phí và quản lý ngân sách), (7) Quan hệ khách hàng (giao tiếp và chăm sóc khách hàng), (8) Hạ tầng số (quản lý mạng và bảo mật dữ liệu), (9) Quản lý chất lượng (bảo đảm tiêu chuẩn và kiểm tra), (10) Quản lý tài sản (bảo trì thiết bị và khắc phục sự cố), (11) Quản lý màu (cấu hình màu và hiệu chuẩn), (12) Cấu trúc sản phẩm (thiết kế bao bì và quản lý vòng đời), (13) Công nghệ vật liệu (đánh giá và thử nghiệm vật liệu), (14) Sản xuất bền vững (kiểm soát dấu chân carbon và tiêu chuẩn xanh), và (15) Thương mại điện tử (vận hành Web-to-Print và quản lý đơn hàng). Mười lăm lĩnh

vực chức năng này mô tả phạm vi công việc theo chuỗi giá trị sản xuất in và được xác định từ cùng nguồn dữ liệu với bảy nhóm năng lực (quan sát hiện trường, bản mô tả công việc và ý kiến hội đồng Delphi), hai cấu trúc này bổ trợ nhau, trong đó mỗi lĩnh vực chức năng huy động đồng thời nhiều nhóm năng lực ở các cấp độ khác nhau.

Dựa trên khung trình độ năng lực số, nghiên cứu đề xuất một mô hình đào tạo mô-đun hóa (modular) kết hợp đào tạo hỗn hợp (blended learning) với bốn đặc điểm: (i) mô-đun hóa 15 lĩnh vực chức năng × 7 cấp độ tạo thành ma trận 105 đơn vị học tập có thể tổ hợp linh hoạt, (ii) đa kênh, lý thuyết trực tuyến qua hệ thống LMS, thực hành tại doanh nghiệp và mô phỏng tại phòng lab, (iii) học tập suốt đời, tái cấp chứng chỉ mỗi 2 năm để cập nhật công nghệ, (iv) kết nối quốc tế, tổ chức sát hạch và cấp chứng chỉ tương thích với chuẩn quốc tế ISO 12647, G7 Expert.

3.4. Thảo luận

Khung năng lực số ngành in đề xuất trong nghiên cứu này có ba điểm khác biệt cơ bản so với các khung tham chiếu quốc tế hiện có. Thứ nhất, so với DigComp 2.2 [5] — vốn được thiết kế cho công dân nói chung — khung của nghiên cứu chuyên biệt hóa ở hai chiều: (i) bổ sung yếu tố công nghệ chuyên ngành (JDF/JMF workflow, ERP/MIS chuyên ngành in, IoT cho máy offset) và (ii) ánh xạ với hệ thống giáo dục nghề nghiệp Việt Nam (VQF). Thứ hai, khung nhấn mạnh năng lực số xuyên suốt cả 7 nhóm năng lực hành nghề in, phản ánh đặc trưng của một ngành đang chuyển đổi số mạnh mẽ. Thứ ba, khung tích hợp được hai mô hình lý thuyết bổ trợ (Bloom hiệu chỉnh và Dreyfus), tạo ra logic phát triển trình độ vừa theo chiều nhận thức vừa theo chiều kỹ năng hành nghề.

Phát hiện thực nghiệm về việc 94,2% doanh nghiệp xác nhận nguồn nhân lực thiếu về số lượng và yếu về chất lượng chuyên môn phù hợp với kết quả khảo sát chung của Hiệp hội In Việt Nam (khoảng 80% doanh nghiệp khó tìm ứng viên đủ chuẩn) [4]; con số cao hơn của nghiên cứu này có thể do phạm vi tập trung vào doanh nghiệp có từ 50 lao động trở lên, nơi yêu cầu chuyên môn cao hơn. Đáng chú ý, tỷ lệ doanh nghiệp triển khai MIS/ERP chuyên ngành in chỉ đạt 18,3%.

Các phát hiện của nghiên cứu củng cố ba luận điểm đã được ghi nhận về Công nghiệp 4.0. Thứ nhất, một trong những khoảng trống năng lực đáng chú ý của ngành in Việt Nam là sự đứt gãy khi người vận hành lành nghề tiếp cận máy in kết nối JDF (PVS-03), phát hiện này trùng khớp với nhận định của Tortorella và cộng sự [13] về nhu cầu năng lực ở giao điểm OT/IT trong lực lượng lao động 4.0. Thứ hai, mong đợi cao của doanh nghiệp về năng lực "vận hành thiết bị số hóa" và "tư duy cập nhật tiêu chuẩn" (Bảng 1) phù hợp với kết luận của Hernandez-de-Menendez và cộng sự [12] rằng năng lực đa lĩnh vực được đánh giá cao hơn kiến thức kỹ thuật đơn lẻ trong bối cảnh sản xuất thông minh. Thứ ba, việc khung đề xuất đặt "Tư duy phản biện" và "Quản lý chất lượng" thành hai nhóm năng lực độc lập phản ánh chuyển dịch từ mô hình "operator" truyền thống sang mô hình "Operator 4.0" [26] — người vận hành được tăng cường bởi công cụ số và ra quyết định dựa trên dữ liệu trong hệ sinh thái số công nghiệp (industrial digital ecosystem). Như vậy, khung năng lực số ngành in không chỉ là một công cụ đào tạo mang tính địa phương, mà còn là một đóng góp cụ thể hóa lý thuyết chuyển đổi lực lượng lao động 4.0 cho một ngành sản xuất đặc thù tại nền kinh tế đang phát triển. Kết quả này phù hợp với nhận định của Sousa và Rocha [27] rằng phát triển kỹ năng số là điều kiện then chốt cho chuyển đổi số tổ chức.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Đóng góp khoa học và thực tiễn

Nghiên cứu đã: (i) cung cấp bằng chứng định lượng và định tính về thực trạng thiếu về số lượng và yếu về chất lượng chuyên môn của nguồn nhân lực ngành in offset tại TP.HCM, với 94,2% doanh nghiệp xác nhận, (ii) đề xuất khung năng lực số chuyên biệt gồm 7 nhóm năng lực × 7 cấp độ, kế thừa DigComp 2.2 và phù hợp với VQF, (iii) xác thực khung qua kỹ thuật lấy ý kiến chuyên gia 3 vòng với mức đồng thuận 86,7%. Theo phạm vi tổng quan tài liệu của nhóm tác giả, đây là một trong những nghiên cứu đầu tiên xây dựng khung năng lực số cho ngành in tại Việt Nam. Về mặt lý thuyết, nghiên cứu đóng góp một định nghĩa thao tác về năng lực số cho bối cảnh sản xuất thực-ảo ngành in và một logic tích hợp

bốn khung (DigComp – Bloom – Dreyfus – VQF), qua đó cụ thể hóa lý thuyết chuyển đổi lực lượng lao động Công nghiệp 4.0 cho ngành in.

4.2. Đóng góp cho chính sách

Nghiên cứu có hàm ý đối với ba nhóm đối tượng: (1) Cơ quan quản lý nhà nước: kiến nghị cơ quan quản lý nhà nước về giáo dục nghề nghiệp (Bộ Giáo dục và Đào tạo), về khoa học và công nghệ (Bộ Khoa học và Công nghệ) và về hoạt động in (Cục Xuất bản, In và Phát hành) xem xét sử dụng khung này làm chuẩn tham chiếu cho đào tạo nghề ngành in và đưa vào hệ thống chứng chỉ kỹ năng nghề quốc gia; (2) Cơ sở đào tạo: tái cấu trúc chương trình đào tạo theo 15 lĩnh vực chức năng và 7 cấp độ, phát triển ngân hàng học liệu mô-đun hóa; (3) Doanh nghiệp: sử dụng khung làm công cụ đánh giá nhân sự nội bộ, xây dựng kế hoạch đào tạo và lộ trình phát triển nghề nghiệp cho từng vị trí.

4.3. Hạn chế của nghiên cứu

Các hạn chế còn tồn tại: (1) Cỡ mẫu khảo sát giới hạn ở TP.HCM (n = 120, sai số biên ≈ 7,5%), chưa khái quát được toàn quốc, (2) Nghiên cứu tập trung vào công nghệ in offset, chưa bao quát các công nghệ in digital, flexo, gravure. (3) Kiểm định giá trị cấu trúc (construct validity) của khung bằng phân tích nhân tố khám phá (EFA) và khẳng định (CFA) khi đã có đủ dữ liệu, và (4) Nghiên cứu tình huống định tính chỉ tập trung tại một doanh nghiệp đại diện, tính khái quát của các phát hiện định tính cần được kiểm chứng qua nhiều tình huống đa dạng hơn.

4.4. Hướng nghiên cứu tiếp theo

(1) Mở rộng khảo sát trên cả ba miền Bắc – Trung – Nam; với tổng thể toàn quốc, cỡ mẫu cần đạt khoảng n ≈ 385 (độ tin cậy 95%, p = 0,5) để sai số biên không vượt quá 5%. Thực hiện phân tích đa tình huống có so sánh chéo (cross-case analysis) trên 2–3 doanh nghiệp khác nhau về quy mô, mô hình sở hữu và vùng miền, nhằm tăng tính khái quát của các phát hiện định tính; (2) Phát triển các bộ công cụ định lượng đánh giá năng lực công nghệ doanh nghiệp (T-E-O-R-I) và mức độ chuyển đổi số (6 trụ cột), kèm thực nghiệm tại 5–10 doanh nghiệp pilot. Tích hợp khung vào nền tảng hồ sơ năng lực điện tử (e-portfolio) và chứng chỉ vi mô (micro-credentials). (3) Kiểm định giá trị cấu trúc (construct validity) của khung bằng phân tích nhân tố khám phá (EFA) và khẳng định (CFA) khi đã có đủ dữ liệu, đồng thời rà soát lại ánh xạ cấp độ – bậc trình độ theo Quyết định 39/2026/QĐ-TTg [19].

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này thuộc nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Sở, được tài trợ bởi Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.

Xung đột lợi ích

Các tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích trong bài báo này.

Tuyên bố dữ liệu sẵn có

Thông tin bổ trợ của bài báo có chứa Hình S1 và Bảng S1 được cung cấp tại:

https://docs.google.com/document/d/1QhwFgQ0hnSHcfyiCN4nLrPxE99NmX-ck/edit?usp=sharing&ouid=105954142981853259429&rtpof=true&sd=true

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] World Economic Forum, *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva, Switzerland, May 2023. [Online]. Available: https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023. Accessed: Apr. 15, 2025.

[2] OECD, *OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition*. Paris, France: OECD Publishing, 2023, doi: 10.1787/27452f29-en.

[3] Thủ tướng Chính phủ, *Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 phê duyệt "Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030"*. Hà Nội, Vietnam, 2020.

[4] Hiệp hội In Việt Nam, *Báo cáo thường niên ngành in và bao bì Việt Nam*. Hà Nội, Vietnam, 2024. [Online]. Available: https://www.vinaprint.com.vn. Accessed: Apr. 10, 2025.

[5] R. Vuorikari, S. Kluzer, and Y. Punie, *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens—With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022, EUR 31006 EN, doi: 10.2760/115376.

[6] UNESCO Institute for Statistics, *A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2*. Montreal, Canada, 2018, Information Paper No. 51.

[7] C. Coward and M. Fellows, *Digital Skills Toolkit*. Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union, 2018.
[8] G20 Digital Economy Task Force, *G20 Toolkit for Measuring Digital Skills and Digital Literacy*. 2022.
[9] Bundesverband Druck und Medien (bvdm), *Bildung und Berufe in der Druck- und Medienindustrie*. Berlin, Germany: bvdm. [Online]. Available: https://www.bvdm-online.de. Accessed: Oct. 20, 2026.
[10] Bộ Khoa học và Công nghệ, *Thông tư số 17/2019/TT-BKHCN ngày 10/12/2019 hướng dẫn đánh giá trình độ và năng lực công nghệ sản xuất*. Hà Nội, Vietnam, 2019.
[11] G. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs, and H. Kohl, "Holistic approach for human resource management in Industry 4.0," *Procedia CIRP*, vol. 54, pp. 1–6, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.05.102.
[12] M. Hernandez-de-Menendez, R. Morales-Menendez, C. A. Escobar, and M. McGovern, "Competencies for Industry 4.0," *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, vol. 14, no. 4, pp. 1511–1524, 2020, doi: 10.1007/s12008-020-00716-2.
[13] G. L. Tortorella, R. Vergara, J. A. Garza-Reyes, and R. Sawhney, "Organizational learning paths based upon Industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 219, pp. 284–294, 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.06.023.
[14] Thủ tướng Chính phủ, *Quyết định số 1982/QĐ-TTg ngày 18/10/2016 phê duyệt Khung trình độ quốc gia Việt Nam*. Hà Nội, Vietnam, 2016.
[15] E. Flores, X. Xu, and Y. Lu, "Human Capital 4.0: A workforce competence typology for Industry 4.0," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 31, no. 4, pp. 687–703, 2020, doi: 10.1108/JMTM-08-2019-0309.
[16] P. E. Ellström, "The many meanings of occupational competence and qualification," *J. Eur. Ind. Train.*, vol. 21, nos. 6–7, pp. 266–273, 1997, doi: 10.1108/03090599710171567.
[17] L. W. Anderson and D. R. Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York, NY, USA: Longman, 2001.
[18] H. L. Dreyfus and S. E. Dreyfus, *A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition*, Operations Research Center, Univ. of California, Berkeley, CA, USA, Tech. Rep. ORC-80-2, Feb. 1980.
[19] Thủ tướng Chính phủ, *Quyết định số 39/2026/QĐ-TTg ngày 23/7/2026 quy định về Khung trình độ quốc gia Việt Nam*. Hà Nội, Vietnam, 2026.
[20] Bộ Lao động – Thương binh và Xã hội, *Thông tư số 12/2017/TT-BLĐTBXH ngày 20/4/2017 quy định khối lượng kiến thức tối thiểu, yêu cầu về năng lực mà người học đạt được sau khi tốt nghiệp trình độ trung cấp, trình độ cao đẳng*. Hà Nội, Vietnam, 2017.
[21] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, *Designing and Conducting Mixed Methods Research*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications, 2018.
[22] J. C. Nunnally and I. H. Bernstein, *Psychometric Theory*, 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1994.
[23] A. Strauss and J. Corbin, *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nd ed. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications, 1998.
[24] C. C. Hsu and B. A. Sandford, "The Delphi technique: Making sense of consensus," *Pract. Assess. Res. Eval.*, vol. 12, no. 10, pp. 1–8, 2007, doi: 10.7275/pdz9-th90.
[25] L. Prifti, M. Knigge, H. Kienegger, and H. Krcmar, "A competency model for 'Industrie 4.0' employees," in *Proc. Wirtschaftsinformatik 2017*, St. Gallen, Switzerland, 2017, pp. 46–60.
[26] D. Romero, J. Stahre, T. Wuest, O. Noran, P. Bernus, Å. Fast-Berglund, and D. Gorecky, "Towards an Operator 4.0 typology: A human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies," in *Proc. Int. Conf. Computers & Industrial Engineering (CIE46)*, Tianjin, China, Oct. 2016.
[27] M. J. Sousa and Á. Rocha, "Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 91, pp. 327–334, 2019, doi: 10.1016/j.future.2018.08.048.

Chế Quốc Long tốt nghiệp đại học ngành Kỹ thuật in năm 1993 và thạc sĩ Giáo dục năm 2012 tại Trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCM-UTE), từ năm 1993 – 2000, làm việc tại Nhà in báo Thanh Niên, từ 2001 đến nay làm việc tại Khoa Mỹ thuật và Truyền thông, HCM-UTE, từ năm 2018 hợp tác và làm việc tại Học viện In Việt Nam. Tác giả nghiên cứu về Quản lý chất lượng in, thiết kế và xây dựng chương trình đào tạo trong môi trường số hóa của ngành.
Email: quoclong.che@prima.vn. ORCID: https://orcid.org/0009-0007-7708-0335

Cao Xuân Vũ tốt nghiệp đại học và thạc sĩ ngành Cơ Điện tử năm 2010 và 2014 tại Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh, từ 2001 đến nay làm việc tại Khoa Mỹ thuật và Truyền thông, trường Đại học Công nghệ Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCM-UTE), từ năm 2018 hợp tác và làm việc tại Học viện In Việt Nam. Tác giả nghiên cứu về chuyển đổi số, thiết kế và xây dựng chương trình đào tạo, tự động hóa trong ngành in.
Email: xuanvu.cao@prima.vn. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2635-1941.