

important contribution to improving labor productivity and enhancing business competitiveness. Therefore, the research objective is to evaluate the impact of digital transformation on labor productivity for businesses in Bac Ninh province. Ordinary least squares (OLS) regression method with year-fixed effects and robust estimation with lagged variables of digital conversion are fitted to data taken from the General Statistics Office's enterprise survey from 2019 to 2022. Research results show that digital transformation has a positive impact on enterprise labor productivity, factors that help increase enterprise labor productivity such as: systems integration technology, Internet of Things, augmented reality technology, and robot technology. The research's empirical results help businesses see factors that help increase labor productivity and digital technology applications that need to be developed in the future.

Keywords: Digital Transformation, Labor Productivity, Businesses, Bac Ninh

1. Giới thiệu

Chương trình chuyển đổi số quốc gia bao gồm các nội dung: chính phủ số, kinh tế số, xã hội số. Chuyển đổi số trong doanh nghiệp là một nội dung quan trọng để giúp đo lường sự phát triển của kinh tế số. Chuyển đổi số đang dần trở thành một xu hướng hàng đầu trong thời đại bùng nổ công nghệ số như hiện nay, mang đến nhiều lợi ích cho doanh nghiệp (Mazzone, 2014). Các doanh nghiệp là yếu tố then chốt giúp thúc đẩy nền kinh tế phát triển và là nội dung quan trọng nhất để phát triển doanh nghiệp. Nâng cao năng suất lao động là một mục tiêu quan trọng của mọi doanh nghiệp. Nó mang lại nhiều lợi ích thiết thực, góp phần vào sự phát triển bền vững của doanh nghiệp như: tăng lợi nhuận, cắt giảm chi phí vận hành, nâng cao khả năng cạnh tranh, nâng cao vị thế của doanh nghiệp, giúp doanh nghiệp phát triển bền vững. Một trong những tác động tích cực nhất của chuyển đổi số là nâng cao năng suất lao động (Shahnazi, 2021). Việc nghiên cứu chuyển đổi số đến năng suất lao động đóng vai trò thiết yếu, ngoài ra nghiên cứu cũng đề xuất một số giải pháp hiệu quả giúp nâng cao năng suất lao động một cách bền vững. Chuyển đổi số tác động đến năng suất lao động theo nhiều cách khác nhau, bao gồm quy trình tự động hóa (Ferschli & cộng sự, 2021; Manesh & cộng sự, 2020). Chuyển đổi số giúp nâng cao hiệu quả hoạt động, tăng cường khả năng kết nối, cung cấp dữ liệu lớn và tăng động lực làm việc trong doanh nghiệp. Hơn nữa, nghiên cứu chỉ ra được các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả chuyển đổi số (Quyết, 2021). Hiệu quả chuyển đổi số với năng suất lao động phụ thuộc vào các yếu tố bao gồm: mức độ sẵn sàng chuyển đổi số của doanh nghiệp, chất lượng hạ tầng công nghệ, năng lực của nhân viên, văn hóa doanh nghiệp và chính phủ có đưa ra chính sách hỗ trợ (Chatterjee & cộng sự, 2020). Nghiên cứu cung cấp các công cụ và phương pháp đánh giá hiệu quả chuyển đổi số, giúp các doanh nghiệp đo lường được tác động của chuyển đổi số đối với năng suất lao động và đưa ra các điều chỉnh phù hợp, từ đó đề xuất các giải pháp giúp doanh nghiệp tối ưu hóa việc ứng dụng công nghệ số và nâng cao năng suất lao động một cách bền vững. Fang & cộng sự (2020) cho rằng, đổi mới công nghệ là động lực quan trọng cho tăng trưởng năng suất lao động. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng chuyển đổi số rất quan trọng đối

với quá trình đổi mới công nghệ (Ardito & cộng sự, 2021). Theo đó, chuyển đổi số có thể tạo điều kiện tăng năng suất lao động bằng cách thúc đẩy công nghệ đổi mới.

Bắc Ninh, với vị thế là một trong những tỉnh công nghiệp trọng điểm của Việt Nam, đặc biệt nổi bật với các khu công nghiệp lớn và ngành sản xuất điện tử, đã và đang trở thành một địa điểm hấp dẫn để nghiên cứu về chuyển đổi số. Bắc Ninh đã đầu tư mạnh vào cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, tạo điều kiện thuận lợi cho việc ứng dụng các công nghệ mới. Tỉnh có nguồn lao động trẻ, năng động và có khả năng thích ứng nhanh với công nghệ mới. Bắc Ninh đang hình thành một hệ sinh thái khởi nghiệp sôi động, với nhiều ý tưởng sáng tạo và các giải pháp công nghệ mới nên rất phù hợp để đẩy mạnh chuyển đổi số cho doanh nghiệp thích ứng.

Nghiên cứu đưa ra đánh giá tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động tại doanh nghiệp tỉnh Bắc Ninh. Theo Gal & cộng sự (2019), nghiên cứu áp dụng cho loại hình doanh nghiệp tư nhân, doanh nghiệp nhà nước, doanh nghiệp FDI và các ngành: công nghiệp chế biến chế tạo, nông lâm thủy sản; bán buôn bán lẻ, lưu trú và ăn uống; thông tin truyền thông; vận tải kho bãi; khoa học- công nghệ; tài chính ngân hàng- bất động sản; các ngành công nghiệp còn lại và các ngành dịch vụ còn lại. Điểm mới của nghiên cứu là giúp đo lường được tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động của doanh nghiệp từ đó đề xuất giải pháp, đưa ra khuyến nghị nhằm thúc đẩy chuyển đổi số và nâng cao năng suất lao động. Tuy nhiên, các nghiên cứu thực nghiệm trước đây mới dừng lại quy mô nghiên cứu cho từng ngành hoặc cho tổng thể nền kinh tế mà chưa có nghiên cứu cho các địa phương cụ thể. Tỉnh Bắc Ninh là một tỉnh thành chưa có nghiên cứu cụ thể nào để đánh giá được thực trạng chuyển đổi số và tác động chuyển đổi số đến năng suất lao động của các doanh nghiệp đang hoạt động trên địa bàn.

Cấu trúc bài viết gồm 5 phần. Sau phần giới thiệu, phần 2 trình bày về tổng quan nghiên cứu. Phần 3 đưa ra mô hình, dữ liệu và phương pháp nghiên cứu. Phần 4 thảo luận kết quả nghiên cứu. Cuối cùng, phần 5 đưa ra kết luận và hàm ý chính sách.

2. Tổng quan nghiên cứu

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đưa ra khái niệm của chuyển đổi số. Stolterman (2004) cho rằng, chuyển đổi số là những thay đổi do công nghệ số tạo ra và tác động đến mọi mặt của đời sống con người. Mazzone (2014) chỉ ra, chuyển đổi số là sự phát triển kỹ thuật số có chủ ý và đang diễn ra của một công ty, mô hình kinh doanh, quy trình, ý tưởng hoặc phương pháp, cả về mặt chiến lược và chiến thuật. Có khá nhiều quan điểm khác nhau về chuyển đổi số, nghiên cứu nhận thấy chuyển đổi số được thể hiện ở ba khía cạnh về thay đổi về mặt tổ chức, điểm mới công nghệ (Marasco & cộng sự, 2013) và đa dạng nội dung trải nghiệm khách hàng.

Đồng thời, đã có rất nhiều nghiên cứu đưa ra khái niệm về năng suất lao động. Theo C.Mác, năng suất lao động là sức sản xuất của lao động cụ thể có ích. Năng suất lao động thể hiện kết quả hoạt động sản xuất có ích của con người trong một đơn vị thời gian nhất định. Từ các khái niệm về năng suất lao động nêu trên, có thể

hiệu năng suất lao động là hiệu quả của hoạt động có ích của con người trong một đơn vị thời gian, là một chỉ tiêu đánh giá hiệu quả, được biểu hiện bằng số lượng sản phẩm sản xuất ra trong một đơn vị thời gian hoặc lượng thời gian lao động hao phí để sản xuất ra được một sản phẩm. Như vậy, chỉ tiêu năng suất lao động cấp độ doanh nghiệp có thể được đo lường qua hai chỉ tiêu. Chỉ tiêu đầu ra (output) là kết quả sản xuất có thể tính bằng hiện vật hoặc bằng giá trị như giá trị sản xuất, giá trị tăng thêm, doanh thu, lợi nhuận..., còn chỉ tiêu lực lượng lao động (input) có thể đo bằng số lao động làm việc, hoặc số giờ lao động.

Hầu hết các học giả tin rằng chuyển đổi số doanh nghiệp có thể thúc đẩy năng suất lao động. Robot công nghiệp có ảnh hưởng đáng kể đến năng suất lao động của doanh nghiệp (Graetz & Michaels, 2018). Sự phát triển của công nghệ số đã giúp nâng tầm lợi thế cạnh tranh của doanh nghiệp, từ đó có thể cải thiện năng suất lao động (Katsoni & Poulaki, 2021). Chuyển đổi số và trí tuệ nhân tạo có tác động lớn hơn đến năng suất doanh nghiệp và công nghệ kỹ thuật số về cơ bản có thể cải thiện năng suất lao động (Ferschli & cộng sự, 2021). Chuyển đổi số có thể thúc đẩy tích cực năng suất lao động bằng cách nâng cao khả năng áp dụng đổi mới công nghệ của doanh nghiệp (Manesh & cộng sự, 2020). Doanh nghiệp có thể áp dụng các công nghệ kỹ thuật số như trí tuệ nhân tạo và dữ liệu lớn, để nâng cấp quy trình hoạt động nhằm giảm chi phí vận hành, nâng cao hiệu quả hoạt động và năng suất lao động (Adomako, 2021). Mặt khác, một số nghiên cứu đưa ra nhận định chuyển đổi số có thể cản trở việc nâng cao năng suất lao động. Chuyển đổi số quá mức sẽ gây lãng phí tài nguyên, nguồn lực và ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất lao động của doanh nghiệp (Acemoglu & Restrepo, 2018).

Tại Việt Nam, theo nghiên cứu của Đạt & Thành (2020), công nghệ số có tác động tích cực và có ý nghĩa thống kê đến năng suất lao động của ngành nông lâm thủy sản. Hay theo Quỳnh & Thu (2021), nghiên cứu làm rõ mục tiêu nâng cao năng suất lao động của Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi số, cụ thể là thúc đẩy năng suất lao động ở khu vực công nghiệp chế tạo, đặc biệt là sản phẩm công nghệ; tạo điểm mới cho năng suất lao động ngành nông nghiệp. Nghiên cứu của Hằng & Hằng (2021) về tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam, sử dụng dữ liệu 150 SMEs tại Việt Nam. Kết quả nghiên cứu chỉ ra, chuyển đổi số có tác động tích cực đến năng suất lao động.

Một số nghiên cứu ban đầu cả trong nước và quốc tế về tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động đều đưa ra kết luận chuyển đổi số có tác động tích cực đến năng suất lao động. Cùng nội dung nghiên cứu về tác động của chuyển đổi số nhưng do bối cảnh, mô hình và phương pháp nghiên cứu khác nhau có thể cho kết quả khác nhau hoặc chưa có nhiều ý nghĩa thống kê. Các nghiên cứu thường có thời gian ngắn và mẫu nghiên cứu nhỏ chủ yếu các doanh nghiệp SMEs và đặc biệt chưa nêu ra cụ thể yếu tố công nghệ nào tác động đến năng suất lao động. Trên cơ sở đó, nghiên cứu sẽ lấp đầy những khoảng trống nghiên cứu bằng cách phân tích cụ thể 9 ứng dụng công nghệ và kết luận ứng dụng nào làm tác động tích cực đến năng suất lao động.

3. Mô hình, dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1 Dữ liệu nghiên cứu

Để đánh giá được tác động của chuyển đổi số đến năng suất lao động của doanh nghiệp tỉnh Bắc Ninh, nghiên cứu lấy dữ liệu từ 234 doanh nghiệp ở tỉnh Bắc Ninh trong giai đoạn 2019-2022. Trong đó, biến chuyển đổi số được lấy từ năm 2019, để đưa ra sự ảnh hưởng tới năng suất lao động của các doanh nghiệp giai đoạn 2020-2022. Trong quá trình thu thập dữ liệu, nghiên cứu đã thực hiện bước loại trừ để đảm bảo tính tin cậy của dữ liệu. Cụ thể, nghiên cứu loại trừ các quan sát không đúng dữ liệu cần cho mô hình. Sau quá trình xử lý dữ liệu, nghiên cứu cho ra mẫu dữ liệu mảng bao gồm 213 doanh nghiệp, tương đương với 627 quan sát từ năm 2020 đến năm 2022.

3.2 Mô hình nghiên cứu

Kế thừa theo nghiên cứu của Đức (2022) cũng như số liệu nghiên cứu có được từ điều tra doanh nghiệp tại Bắc Ninh, nghiên cứu này đề xuất mô hình hồi quy có dạng như sau:

$$\text{Lnnsld}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,2019} + \delta Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

trong đó, *nsld* là sản phẩm hoặc dịch vụ (output) và lực lượng lao động (input) của doanh nghiệp *i* năm *t*; $X_{i,2019}$ là mức độ sử dụng các công nghệ số của doanh nghiệp *i* năm 2019 được đại diện bởi doanh nghiệp sử dụng công nghệ tiên tiến; $Z_{i,t}$ là vecto các biến kiểm soát trong doanh nghiệp *i* năm *t* bao gồm, trình độ người lao động (*edu_2019*), cường độ vốn (*cdv*), tuổi (*age*) và số lượng lao động (*sld_tb*), quy mô lao động của doanh nghiệp (*size*), địa bàn tỉnh (*tin*), ngành nghề kinh doanh chính (*nganh*), hình thức sở hữu (*htsh*) và $\varepsilon_{i,t}$ là phần dư.

Bảng 1. Định nghĩa và dấu kỳ vọng của các biến trong mô hình

Tên biến	Ký hiệu	Giải thích	Kỳ vọng
<i>Biến phụ thuộc</i>			
Năng suất lao động	nsld	Tổng giá trị sản xuất/ đầu vào lao động (đơn vị triệu VND/người). Đầu vào lao động là số lao động trung bình giữa đầu kỳ và cuối kỳ. Dữ liệu cho năm 2020-2022. Ln_nsld là logarit tự nhiên của nsld	
<i>Biến độc lập</i>			
Ứng dụng công nghệ trong sản xuất kinh doanh (dữ liệu năm 2019)			
Công nghệ điện toán đám mây	cn1_dtdm	Doanh nghiệp có ứng dụng các công nghệ phục vụ cho hoạt động kinh doanh của doanh nghiệp 0 - Chưa/không áp dụng 1- Đang nghiên cứu hoặc áp dụng	+
Robot tiên tiến	cn2_robot	Như trên	+

Bảng 1. Định nghĩa và dấu kỳ vọng của các biến trong mô hình (tiếp theo)

Tên biến	Ký hiệu	Giải thích	Kỳ vọng
Công nghệ chế tạo đắp dần (in 3D)	cn3_in3D	Như trên	+
Công nghệ thực tế tăng cường	cn4_tttc	Như trên	+
Công nghệ mô hình hóa	cn5_mhh	Như trên	+
Internet kết nối vạn vật	cn6_iot	Như trên	+
Công nghệ an ninh mạng	cn7_anm	Như trên	+
Ứng dụng dữ liệu lớn	cn8_dll	Như trên	+
Tích hợp các hệ thống	cn9_thht	Như trên	+
Trình độ người lao động	edu_2019	Tỷ lệ lao động trong doanh nghiệp có trình độ đại học trở lên/tổng số lao động, số liệu năm 2019	+
Cường độ vốn	cdv	Cường độ vốn được xác định bằng tài sản trung bình giữa đầu kỳ và cuối kỳ của doanh nghiệp trên số tổng lao động trung bình. Đơn vị triệu VND/người Ln_cdv là logarit của cường độ vốn trong doanh nghiệp. Số liệu năm 2020-2022	+
Tuổi của doanh nghiệp	age	Tuổi của doanh nghiệp Lnage là logarit tự nhiên của age	-
Quy mô doanh nghiệp	size	4 quy mô lao động trung bình: Doanh nghiệp siêu nhỏ (dưới 10 người); Doanh nghiệp nhỏ (từ 10 đến dưới 100); Doanh nghiệp vừa (từ 100 đến dưới 200); Doanh nghiệp lớn (trên 200 người)	
Ngành sản xuất kinh doanh	nganh	9 nhóm ngành: 1/ Nông lâm, thủy sản 2/ Công nghiệp chế biến chế tạo 3/ Các ngành công nghiệp còn lại 4/ Bán buôn, bán lẻ; lưu trú ăn uống 5/ Vận tải kho bãi 6/ Thông tin truyền thông 7/ Tài chính ngân hàng - bất động sản 8/ Khoa học - công nghệ 9/ Các ngành dịch vụ còn lại	
Hình thức sở hữu	tunhan	Doanh nghiệp sở hữu tư nhân trong nước 1/ Có 2/ Không	

Nguồn: Tổng hợp của nhóm tác giả

3.3 Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp hồi quy bình phương nhỏ nhất (OLS) hiệu ứng cố định theo năm và ước lượng vũng với biến trễ của chuyển đổi số. Nghiên cứu sử dụng các giá trị trễ của biến sử dụng công nghệ năm 2019 với kỳ vọng sẽ xác định chính xác ảnh hưởng của chuyển đổi số đối với năng suất sau 1-3 năm giai đoạn 2020-2022. Thêm vào đó, ước lượng cố định theo năm sẽ đo lường các hiệu ứng cố định không quan sát được theo năm, từ đó tránh được ước lượng chệch từ các biến không quan sát được. Các biến liên tục như năng suất lao động, cường độ vốn và tuổi được lấy logarit tự nhiên để sử dụng trong mô hình để đánh giá thay đổi tương đối giữa các biến.

Bảng 2. Mô tả thống kê các biến trong mô hình hồi quy

Biến	Năm	Số quan sát	Giá trị trung bình	Độ lệch chuẩn	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Đơn vị
<i>nslđ</i>	2020-2022	627	2019,715	3458,716	1,9	34294,95	Triệu VND/ người
<i>Ứng dụng công nghệ</i>							
<i>cn1_dtdm</i>	2019	213	0,131	0,339	0	1	Có/không
<i>cn2_robot</i>	2019	213	0,066	0,248	0	1	Có/không
<i>cn3_In3D</i>	2019	213	0,061	0,240	0	1	Có/không
<i>cn4_tttc</i>	2019	213	0,033	0,179	0	1	Có/không
<i>cn5_mhh</i>	2019	213	0,052	0,222	0	1	Có/không
<i>cn6_iot</i>	2019	213	0,169	0,376	0	1	Có/không
<i>cn7_anm</i>	2019	213	0,169	0,376	0	1	Có/không
<i>cn8_dll</i>	2019	213	0,080	0,272	0	1	Có/không
<i>cn9_thht</i>	2019	213	0,117	0,323	0	1	Có/không
<i>Các biến kiểm soát</i>							
<i>edu_2019</i>	2019	213	27,262	24,395	0	100	Phần trăm
<i>cdv</i>	2020-2022	627	3358,011	13171,490	13,253	269575,6	Triệu VND/ người
<i>age</i>	2020	213	8,319	6,460	2,000	53,0	năm
Tên biến				Năm	Số quan sát	Phần trăm	
<i>Size</i>							
DN siêu nhỏ;				2020 - 2022	131	20,89	
DN nhỏ;				2020 - 2022	329	52,47	
Dn vừa;				2020 - 2022	75	11,96	
DN lớn				2020 - 2022	92	14,67	

Bảng 2. Mô tả thống kê các biến trong mô hình hồi quy (tiếp theo)

Tên biến	Năm	Số quan sát	Phần trăm
<i>Ngành</i>			
1/ Nông lâm, thủy sản	2020 - 2022	88	14,04
2/ Công nghiệp chế biến chế tạo	2020 - 2022	307	48,96
3/ Các ngành công nghiệp còn lại	2020 - 2022	38	6,06
4/ Bán buôn, bán lẻ; lưu trú và ăn uống	2020 - 2022	102	16,27
5/ Vận tải kho bãi	2020 - 2022	21	3,35
6/ Thông tin truyền thông	2020 - 2022	20	3,19
7/ Tài chính ngân hàng - BĐS	2020 - 2022	17	2,71
8/ Khoa học - công nghệ	2020 - 2022	31	4,94
9/ Các ngành dịch vụ còn lại	2020 - 2022	3	0,48
<i>Tư nhân</i>			
1/ Doanh nghiệp tư nhân trong nước	2020 - 2022	327	52,15
2/ Sở hữu khác	2020 - 2022	300	47,85

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

4. Kết quả nghiên cứu

Tương quan giữa các biến trong mô hình cho thấy, biến năng suất lao động có tương quan dương, tuy nhiên vẫn còn yếu với các biến chuyển đổi số. Trong đó, năng suất lao động có tương quan cao nhất với biến $cn4_tttc$ (công nghệ thực tế tăng cường) với hệ số tương quan là 0,18. Đối với các biến về chuyển đổi số, chúng có mối tương quan chặt chẽ với nhau, hệ số dao động từ 0,2 đến 0,6.

Tiếp theo, nghiên cứu ước lượng mối quan hệ của việc ứng dụng công nghệ vào sản xuất kinh doanh năm 2019 tới năng suất lao động của doanh nghiệp giai đoạn 2020-2022. Cụ thể, các kết quả hồi quy năng suất lao động với từng biến của chuyển đổi số gồm ứng dụng chín công nghệ trong CMCN 4.0 được trình bày ở cột (1)-(9). Bảng 3 giai đoạn 2020-2022.

Về các biến kiểm soát, kết quả cột (1) tới (9) ở Bảng 3 cho thấy, cường độ vốn có mối quan hệ dương với năng suất lao động. Hệ số của các biến này trong cả chín cột của Bảng 4 đều dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Điều này giống với các nghiên cứu trước đây, điển hình của Đức & cộng sự (2022). Tuy nhiên, về ước lượng điểm, các doanh nghiệp ở Bắc Ninh cho thấy ảnh hưởng lớn hơn của cường độ vốn tới năng suất lao động. Với 1% tăng lên của cường độ vốn, các doanh nghiệp ở Bắc Ninh sẽ tăng khoảng 0,6%; trong khi ước lượng điểm của toàn quốc trong nghiên cứu của Đức & cộng sự (2022) ở khoảng 0,14%.

Bảng 3. Kết quả hồi quy mô hình

Biến phụ thuộc: nsld	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
edu_2019	-0,00155 (0,00245)	-0,00157 (0,00244)	-0,00142 (0,00245)	-0,00152 (0,00245)	-0,00146 (0,00246)	-0,00106 (0,00241)	-0,00166 (0,00251)	-0,00145 (0,00246)	-0,00179 (0,00246)
ln_cdv	0,616*** (0,0506)	0,610*** (0,0499)	0,618*** (0,0502)	0,607*** (0,0497)	0,619*** (0,0500)	0,617*** (0,0496)	0,620*** (0,0499)	0,620*** (0,0499)	0,611*** (0,0500)
ln_age	-0,0778 (0,0835)	-0,0558 (0,0837)	-0,0656 (0,0839)	-0,0516 (0,0833)	-0,0714 (0,0836)	-0,0672 (0,0838)	-0,0792 (0,0841)	-0,0694 (0,0837)	-0,0882 (0,0838)
cn1_dtdm	0,163 (0,114)								
cn2_robot		0,435*** (0,145)							
cn3_in3D			0,173 (0,141)						
cn4_tffc				0,719*** (0,192)					
cn5_mhh					0,157 (0,162)				
cn6_iot						0,270** (0,109)			
cn7_anm							0,0936 (0,0921)		
cn8_dll								0,120 (0,117)	

Bảng 3. Kết quả hồi quy mô hình (tiếp theo)

Biến phụ thuộc: nsld	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
cn9_thht									0,334*** (0,108)
Hằng số hồi quy	2,455*** (0,387)	2,514*** (0,385)	2,419*** (0,385)	2,516*** (0,383)	2,442*** (0,388)	2,375*** (0,386)	2,448*** (0,386)	2,411*** (0,386)	2,516*** (0,386)
Số quan sát	627	627	627	627	627	627	627	627	627
R-squared	0,488	0,492	0,488	0,494	0,487	0,491	0,487	0,487	0,491
Prob> F	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
VIF	8,16	8,19	8,10	8,16	8,16	8,10	8,17	8,09	8,20

Chú thích: Hồi quy OLS hiệu ứng cố định theo năm, sai số chuẩn vững để trong ngoặc đơn; ***, **, * biểu thị mức ý nghĩa tương ứng 1%, 5% và 10%; VIF <10 cho thấy các hồi quy không có hiện tượng đa cộng tuyến.

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Bảng 4. Hồi quy vai trò của trình độ lao động và cường độ vốn, giai đoạn 2020-2022

Biến giải thích về chuyên đối số	A. Hồi quy vai trò của trình độ lao động			B. Hồi quy vai trò của cường độ vốn		
	Biến tương tác với edu_2019	Biến tương tác với edu_2019	đôi số	Biến giải thích về chuyên đối số	Biến tương tác với ln_cdv	đôi số
cn1_dtdm	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	0,0749	0,00311	-1,450**	0,227**	(0,0938)	(0,0938)
cn2_robot	(0,161)	(0,00596)	(0,624)	(0,212*	(0,108)	(0,108)
	0,100	0,0136***	-1,084	0,156*	(0,108)	(0,108)
cn3_in3D	(0,189)	(0,00443)	(0,700)	-0,880	(0,600)	(0,600)
	-0,134	0,0102	-0,880	(0,0926)	(0,0926)	(0,0926)
	(0,238)	(0,00849)	(0,600)			

Bảng 4. Hồi quy vai trò của trình độ lao động và cường độ vốn, giai đoạn 2020-2022 (tiếp theo)

	A. Hồi quy vai trò của trình độ lao động		B. Hồi quy vai trò của cường độ vốn	
	Biến giải thích về chuyển đổi số	Biến tương tác với edu_2019	Biến giải thích về chuyển đổi số	Biến tương tác với ln_cdv
cn4_ttcc	0,239 (0,255)	0,0172** (0,00819)	-3,596*** (0,694)	0,593*** (0,0925)
cn5_mhh	-0,336 (0,270)	0,0159* (0,00828)	-2,149** (0,942)	0,354** (0,146)
cn6_iot	0,224 (0,191)	0,00203 (0,00552)	-2,307*** (0,551)	0,378*** (0,0813)
cn7_anm	-0,0821 (0,142)	0,00545 (0,00456)	-1,524*** (0,451)	0,238*** (0,0689)
cn8_dll	-0,218 (0,165)	0,0105** (0,00492)	-0,359 (0,421)	0,0722 (0,0704)
cn9_thht	0,0354 (0,136)	0,0101*** (0,00333)	-1,626*** (0,460)	0,278*** (0,0696)

*Chú thích: Hồi quy OLS hiệu ứng cố định theo năm, bảng này chỉ trình bày hệ số của biến chuyển đổi số và biến tương tác của chuyển đổi số. Các biến kiểm soát trong mô hình gồm trình độ lao động (edu_2019), cường độ vốn (cdv), tuổi của doanh nghiệp (age), và ba biến giả về quy mô doanh nghiệp (size) và ngành nghề sản xuất kinh doanh (nganh), và hình thức sở hữu (tunhan). Sai số chuẩn vững để trong ngoặc đơn; ***, **, * biểu thị mức ý nghĩa tương ứng 1%, 5% và 10%.*

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả

Với các biến liên quan tới chuyển đổi số, ước lượng giai đoạn 2020-2022 cho thấy việc ứng dụng công nghệ trong cuộc CMCN 4.0 vào sản xuất kinh doanh năm 2019 của các doanh nghiệp trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh đã giúp cải thiện năng suất doanh nghiệp giai đoạn 2020-2022. Cụ thể, hệ số của các biến $cn2_robot$, $cn4_tttc$, $cn6_iot$, $cn9_thht$ tương ứng ở cột (2), (4), (6), và (9) dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Về ước lượng điểm, doanh nghiệp năm 2019 thí nghiệm và áp dụng công nghệ cao đã tăng năng suất lao động so với các doanh nghiệp không áp dụng, với trung bình mức tăng của việc áp dụng Robot tiên tiến đạt 43%, công nghệ thực tế tăng cường 71%, Internet kết nối vạn vật 27% và tích hợp các hệ thống 33%. Tuy nhiên, các doanh nghiệp tại Bắc Ninh còn hạn chế trong việc ứng dụng các công nghệ này. Mô tả ở Bảng 2 cho thấy, chỉ khoảng 6,6% doanh nghiệp tại Bắc Ninh năm 2019 đang thử nghiệm hoặc ứng dụng Robot tiên tiến, tỷ lệ này đối với công nghệ thực tế tăng cường, Internet kết nối vạn vật và tích hợp các hệ thống tương ứng là 3,3%, 16,9%, và 11,7%.

Nhằm tìm hiểu kỹ hơn vai trò của hai biến kiểm soát cường độ vốn và trình độ lao động, nghiên cứu đưa vào mô hình thêm ước lượng biến tương tác giữa chuyển đổi số và hai biến kiểm soát này trong mô hình. Khi đó, giá trị của biến tương tác này sẽ phản ánh mối liên hệ giữa hai biến kiểm soát này với hệ số ảnh hưởng của chuyển đổi số tới năng suất lao động. Kết quả hồi quy được trình bày cụ thể trong Bảng 4. Trong đó, nhóm A là kết quả hồi quy với biến tương tác của chuyển đổi số và trình độ lao động, cột (1) và cột (2) tương ứng ghi lại hệ số của biến chuyển đổi số và hệ số của biến tương tác. Tương tự, nhóm B là các kết quả hồi quy với biến tương tác của chuyển đổi số và cường độ vốn, cột (3) và cột (4) tương ứng ghi lại hệ số của biến chuyển đổi số và hệ số của biến tương tác.

Có thể thấy rõ trình độ lao động của các doanh nghiệp Bắc Ninh giúp thúc đẩy năng suất lao động. Các hệ số của biến tương tác giữa nhiều biến chuyển đổi số. Cụ thể, năm trong chín biến bao gồm $cn2_robot$, $cn4_tttc$, $cn5_mhh$, $cn8_dll$, và $cn9_thht$, với edu_2019 ở cột (2) Bảng 4 dương và có ý nghĩa thống kê ở mức 10%. Tức là khi phần trăm lao động có trình độ từ đại học trở lên năm 2019 của các doanh nghiệp Bắc Ninh tăng, mức độ cải thiện của năng suất lao động giai đoạn 2020 - 2022 của các doanh nghiệp này thông qua áp dụng các công nghệ gồm $cn2_Robot$, $cn4_tttc$, $cn5_mhh$, $cn8_dll$, và $cn9_thht$ cũng tăng. Về ước lượng điểm theo kết quả cột (2), nếu tăng 1 điểm phần trăm tỷ lệ lao động có trình độ từ đại học trở lên trong các doanh nghiệp ở Bắc Ninh năm 2019 thì hệ số ảnh hưởng của việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến nêu trên tới năng suất lao động có thể tăng từ 1,0% tới 1,7%. Điều này khẳng định vai trò quan trọng của trình độ lao động trong mối quan hệ giữa chuyển đổi số và năng suất lao động.

Vai trò cường độ vốn trong việc tăng năng suất lao động của các doanh nghiệp tại tỉnh Bắc Ninh dựa trên ứng dụng công nghệ, thậm chí có tính mở rộng hơn so với trình độ lao động. Kết quả ở cột (4) Bảng 4 cho thấy, ngoại trừ biến $cn8_dll$, hệ

số tương tác giữa tám biến còn lại của chuyển đổi số với cường độ vốn (\ln_cdv) đều dương và có ý nghĩa ở mức 10%.

Đáng chú ý, kết quả ở cột (3) Bảng 4 thể hiện nhiều hệ số của biến chuyển đổi số, gồm $cn1_dtdm$, $cn4_tttc$, $cn5_mhh$, $cn6_iot$, $cn7_anm$, và $cn9_thht$ âm và có ý nghĩa thống kê ở mức 5%. Điều này hàm ý rằng, nếu các doanh nghiệp ở Bắc Ninh có cường độ vốn ở mức đủ thấp, việc ứng dụng các công nghệ của CMCN 4.0 có thể làm giảm năng suất lao động của doanh nghiệp trong trung hạn so với các doanh nghiệp không áp dụng.

5. Hàm ý chính sách và kết luận

Nghiên cứu chỉ ra được các hiệu ứng tích cực của quá trình chuyển đổi số của các doanh nghiệp Bắc Ninh tới năng suất lao động trong trung hạn. Quá trình thử nghiệm và ứng dụng các công nghệ tiên tiến trong năm 2019 như Robot tiên tiến, công nghệ thực tế tăng cường, Internet kết nối vạn vật và tích hợp các hệ thống đã giúp các doanh nghiệp này cải thiện năng suất lao động trong trung hạn, giai đoạn 2020-2022 từ 27% tới 71% so với doanh nghiệp không áp dụng. Thêm vào đó, trình độ lao động và cường độ vốn cũng đóng vai trò tích cực, thúc đẩy nâng cao năng suất lao động của các doanh nghiệp tại tỉnh Bắc Ninh thông qua quá trình ứng dụng các công nghệ của cuộc CMCN 4.0 vào sản xuất kinh doanh.

Về hạn chế, nghiên cứu sử dụng phiếu điều tra doanh nghiệp hàng năm của GSO giai đoạn 2019-2022, đặc biệt mẫu về ứng dụng công nghệ trên toàn quốc năm 2019 để nghiên cứu trường hợp tỉnh Bắc Ninh. Điều này tạo ra hai hạn chế của nghiên cứu, đó là đánh giá tác động toàn diện và dài hạn của quá trình chuyển đổi số tới năng suất lao động ở tỉnh Bắc Ninh.

Thứ nhất, do giới hạn về câu hỏi nghiên cứu trong bảng hỏi của Tổng cục Thống kê năm 2019, nhiều quá trình quan trọng khác của chuyển đổi số như tự động hóa các quy trình và quản trị chưa được nghiên cứu đầy đủ, đồng thời vai trò của môi trường kinh doanh, chính sách hỗ trợ từ chính quyền chưa được phân tích cụ thể.

Thứ hai, các tác động dài hạn của chuyển đổi số tới năng suất lao động cũng cần tìm hiểu kỹ hơn với chuỗi số liệu theo thời gian dài hơn. Đây cũng là định hướng tốt để phát triển các nghiên cứu trong tương lai, khi thực hiện các cuộc khảo sát doanh nghiệp chuyên đề về chuyển đổi số ở tỉnh Bắc Ninh với cỡ mẫu lớn hơn và nội dung khảo sát toàn diện hơn. Từ đó, nghiên cứu gợi mở thêm nhiều đề xuất chính sách quan trọng và cụ thể giúp tăng năng suất lao động của các doanh nghiệp ở tỉnh Bắc Ninh thông qua chuyển đổi số. Kết quả nghiên cứu còn là cơ sở quan trọng để phát triển thêm các hướng nghiên cứu đó trong tương lai.

Để cải thiện năng suất lao động thông qua chuyển đổi số, nghiên cứu đề xuất một số hàm ý chính sách:

Thứ nhất là chính sách từ phía cơ quan ban ngành, các cơ quan ban ngành nên cung cấp các nguồn vốn vay ưu đãi, các quỹ đầu tư để doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ và chuyển đổi số. Áp dụng các chính sách giảm thuế, miễn giảm thuế đối với các hoạt động đầu tư vào công nghệ, nghiên cứu và phát triển. Tạo ra môi trường đầu tư hấp dẫn, thu hút các nhà đầu tư trong và ngoài nước tham gia vào quá trình chuyển đổi số. Lãnh đạo ban ngành nên mở rộng các chính sách nhằm giới thiệu và khuyến khích các doanh nghiệp tại tỉnh Bắc Ninh thử nghiệm, ứng dụng các công nghệ cao, chú trọng là Robot tiên tiến, công nghệ thực tế tăng cường, Internet kết nối vạn vật và tích hợp các hệ thống vào quá trình sản xuất kinh doanh.

Thứ hai là chính sách nguồn nhân lực, các doanh nghiệp tỉnh Bắc Ninh nên chú trọng thêm đầu tư vào đào tạo nguồn nhân lực có kỹ năng số, nâng cao năng lực cạnh tranh của lao động. Thường xuyên tổ chức các chương trình đào tạo ngắn hạn, dài hạn, các khóa học trực tuyến để đáp ứng nhu cầu đa dạng của doanh nghiệp. Các doanh nghiệp hỗ trợ một phần chi phí đào tạo với người lao động, hoặc khuyến khích tạo điều kiện cho người lao động có nhiều thời gian hơn để tham gia các chương trình đào tạo liên quan đến đổi mới và ứng dụng công nghệ.

Doanh nghiệp tỉnh Bắc Ninh phải nâng cao năng suất lao động thông qua các chính sách hỗ trợ thu hút nguồn nhân lực chất lượng cao. Cải thiện hơn các hình thức thu hút vốn đầu tư, hỗ trợ doanh nghiệp thu hút vốn doanh nghiệp thông qua thành lập và thu hút các quỹ đầu tư vào các doanh nghiệp đang áp công nghệ cao, các chính sách hỗ trợ các doanh nghiệp tiếp cận thị trường tài chính và vay vốn vốn ngân hàng được dễ dàng hơn.

Tài liệu tham khảo

- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018), “The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment”, *American Economic Review*, Vol. 108 No. 6, pp. 1488-1542.
- Adomako, S., Amankwah-Amoah, J., Danso, A., Danquah, J.K., Hussain, Z. & Khan, Z. (2019), “R&D intensity, knowledge creation process and new product performance: the mediating role of international R&D teams”, *Journal of Business Research*, <https://doi.org/10.1016/>, truy cập ngày 15/06/2024.
- Ardito, L., Raby, S., Albino, S. & Bertoldi, B. (2021), “The duality of digital and environmental orientation in the context of SMEs: implications for innovation performance”, *Journal of Business Research*, Vol. 123 No. 1, pp. 44-56.
- Chatterjee, A. (2020), “Financial inclusion, information, and communication technology diffusion, and economic growth: a panel data analysis”, *Information Technology for Development*, Vol. 26 No. 3, pp. 607-635.
- Quyết, C.B. (2021), “Nghiên cứu khám phá các nhân tố ảnh hưởng đến chuyển đổi số thành công của doanh nghiệp ở Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học và Đào tạo Ngân hàng*, Số 233, Kỳ 1, tr. 57-70.
- Đức, Đ.M. (2022), *Quản trị nhà nước trong bối cảnh chuyển đổi số ở Liên minh Châu Âu*, Sách Thông tin Khoa học và Xã hội, ISSN: 0866-8647, Viện Hàn Lâm Khoa học & Xã hội Việt Nam.

- Quỳnh, Đ.H. & Thu, T.T. (2021), “Cơ hội và thách thức đối với tăng năng suất lao động trong nền kinh tế số”, *Tạp chí Tài chính*, <https://tapchitaichinh.vn>, truy cập ngày 20/05/2024.
- Fakhar Manesh, M., Pellegrini, M.M., Marzi, G. & Dabić, M. (2020), “Knowledge management in the fourth industrial revolution: Mapping the literature and scoping future avenues”, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 12 No. 2, pp 47-56.
- Fang, J., Gozgor, G., Paramati, S.R. & Wu, W. (2020), “The impact of tourism growth on income inequality: Evidence from developing and developed economies”, *Tourism Economics*, Vol. 23 No. 1, pp. 25-49.
- Ferschli, B., Rehm, M., Schnetzer, M. & Zilian, S. (2021), “Digitalization, industry concentration, and productivity in Germany”, *Jahrbücher Für Nationalökonomie Und Statistik*, Vol. 241 No. (5-6), pp. 623-665.
- Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S. & Timiliotis, C. (2019), “Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries”, *OECD Economics Department Working Papers*, OECD Publishing, https://www.oecd-ilibrary.org/economics/digitalisation-and-productivity-in-search-of-the-holygrail-firm-level-empirical-evidence-from-eu-countries_5080f4b6-en, truy cập ngày 24/06/2024.
- Graetz, G. & Michaels, G. (2018), “Robots at work”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 100 No. 5, pp. 753-768.
- Katsoni, V. & Poulaki, I. (2021), “Digital evolution and emerging revenue management practices: evidence from Aegean airlines distribution channels”, *Journal of Hosp Tour Technol*, Vol. 12 No. 2, pp. 254-270.
- Marasco, S.F., Davies, A.R., Cooper, J., Varma, D., Bennett, V., Nevill, R., Lee, G., Bailey, M. & Fitzgerald, M. (2013), “Prospective randomized controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest”, *Operative Fixation of Flail Chest*, Vol. 216 No. 5, pp. 924-932.
- Mazzone, D.M. (2014), *Digital or Death: Digital Transformation - The Only Choice for Business to Survive to Smash and Conquer*, Smashbox Consulting Inc.
- Hằng, N.T.T. & Hằng, Đ.T.T. (2021), “Tổng quan nghiên cứu về giáo dục sáng tạo, quản lý giáo dục sáng tạo và những khoảng trống trong nghiên cứu về quản lý giáo dục sáng tạo ở trường phổ thông Việt Nam”, *Tạp chí Giáo dục*, Số 6, Kỳ 2, tr. 57-64.
- Shahnazi, R. (2021), “Do information and communications technology spillovers affect labor productivity?”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 59 No. 1, pp. 342-359.
- Stolterman, E., Fors, A.C., Truex, D.P. & Wastell, D. (2004), “Information technology and the good life. In B. Kaplan, D.P. Truex, & D. Wastell, et al. (Eds.), *Information systems research: Relevant theory and informed practice*”, *Kluwer Academic Publishers*, Vol. 21 No. 1, pp. 687-693.
- Đạt, T.T. & Thành, T.T. (2020), *Đánh giá Kinh tế Việt Nam thường niên 2019: Cải thiện năng suất lao động trong bối cảnh kinh tế số*, Nhà xuất bản Đại học Kinh tế Quốc dân, Hà Nội.