

KIẾN TẠO TƯƠNG LAI BẢN DẪN VIỆT NAM

Đột phá từ Nhân tài Công nghệ
& Đổi mới Sáng tạo



© 2025 Ngân hàng Tái thiết và Phát triển Quốc tế / Ngân hàng Thế giới
1818 phố H. NW
Washington DC 20433
Điện thoại: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org

Báo cáo này là sản phẩm của đội ngũ nhân viên Ngân hàng Thế giới cùng với sự đóng góp từ bên ngoài. Những phát hiện, diễn giải và kết luận được trình bày trong báo cáo này không nhất thiết phản ánh quan điểm của Ngân hàng Thế giới, Ban Giám đốc Điều hành của Ngân hàng hoặc các chính phủ mà họ đại diện.

Ngân hàng Thế giới không đảm bảo tính chính xác, đầy đủ hay tính cập nhật của các dữ liệu được sử dụng trong báo cáo và không chịu trách nhiệm đối với bất kỳ sai sót, thiếu sót hay sự không nhất quán trong thông tin, cũng như bất kỳ trách nhiệm pháp lý từ việc sử dụng hoặc không sử dụng các thông tin, phương pháp, quy trình hay kết luận được nêu ra. Các đường biên giới, màu sắc, tên gọi, liên kết/chú thích và các thông tin khác được thể hiện trong báo cáo này không hàm ý bất kỳ đánh giá nào của Ngân hàng Thế giới về vị thế pháp lý của bất kỳ vùng lãnh thổ nào, cũng như không thể hiện sự công nhận hay chấp nhận nào đối với các đường biên giới đó. Việc trích dẫn các công trình của tác giả khác không có nghĩa là Ngân hàng Thế giới ủng hộ quan điểm của các tác giả đó hoặc nội dung các công trình của họ.

Mọi nội dung trong báo cáo này không cấu thành, cũng như không được hiểu hoặc xem là sự hạn chế hoặc từ bỏ bất kỳ đặc quyền và quyền miễn trừ nào của Ngân hàng Thế giới, tất cả những quyền này đều được bảo lưu.

Quyền và Sử dụng

Tài liệu trong ấn phẩm này được bảo hộ bản quyền. Ngân hàng Thế giới khuyến khích việc phổ biến rộng rãi tri thức, do đó, ấn phẩm này có thể được sao chép toàn bộ hoặc một phần cho mục đích phi thương mại, với điều kiện phải ghi rõ nguồn trích dẫn.

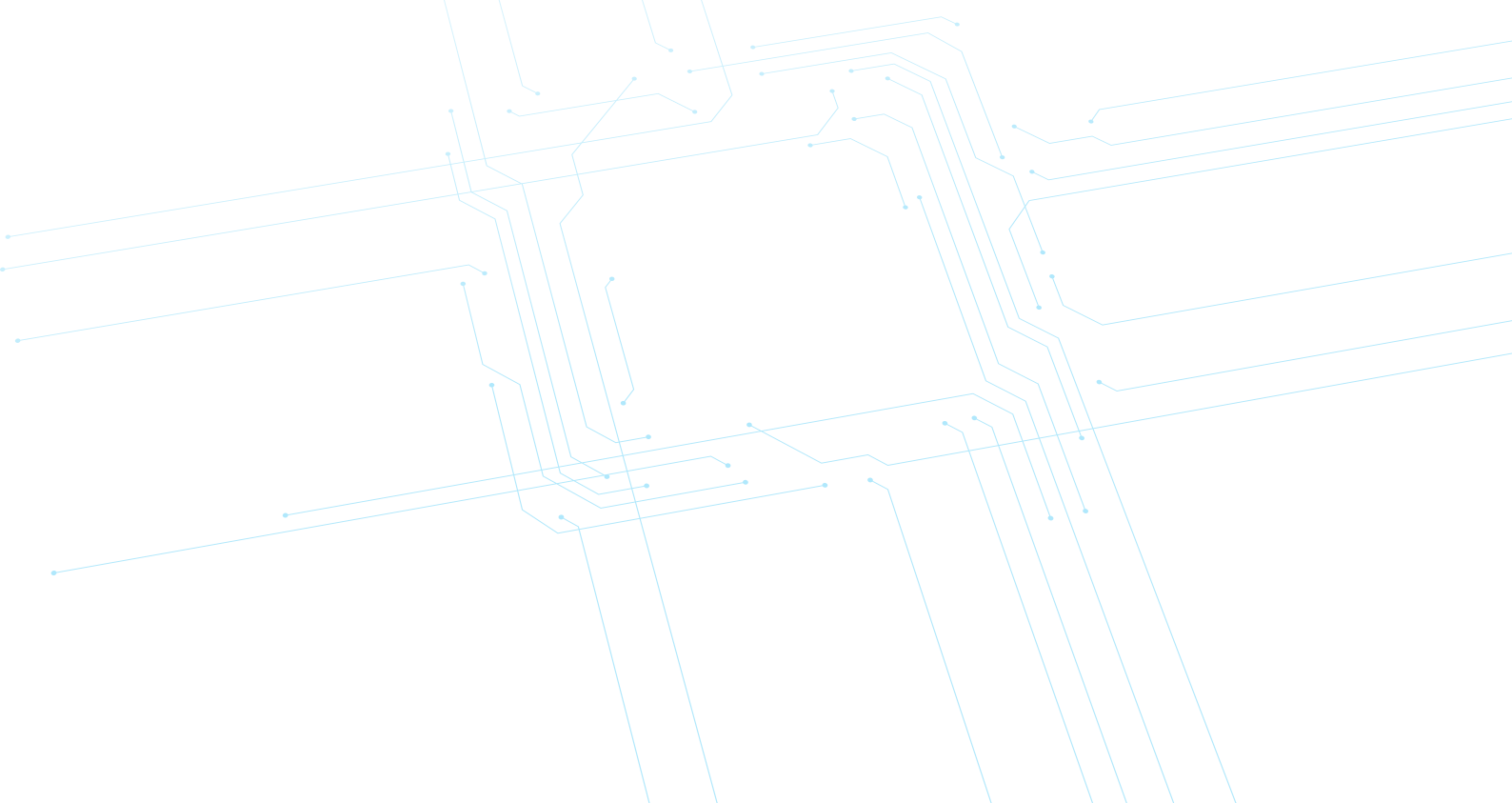
Mọi thắc mắc liên quan đến quyền sử dụng và cấp phép, bao gồm cả quyền phái sinh, xin vui lòng liên hệ Bộ phận Xuất bản, Nhóm Ngân hàng Thế giới, 1818 phố H. NW, Washington DC, 20433, Hoa Kỳ, Fax: 202-522-2625; email: pubrights@worldbank.org.

Thiết kế bìa: Đoàn Hà & Phan Dương



KIẾN TẠO TƯƠNG LAI BÁN DẪN VIỆT NAM

**Đột phá từ Nhân tài Công nghệ
& Đổi mới Sáng tạo**



MỤC LỤC

CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	VI
LỜI CẢM ƠN.....	VII
PHẠM VI CỦA BÁO CÁO	IX
TỔNG QUAN	X
Một “vòng quay” nhân tài công nghệ và đổi mới sáng tạo năng động.....	x
Thời cơ bán dẫn của Việt Nam: Nâng cao vị thế trong thang giá trị.....	xii
Thách thức về nhân tài bán dẫn: Biên rộng, biên sâu và biên tích hợp.....	xiii
Năm quyết định trọng yếu trong năm 2025.....	xiv
Lộ trình tổng thể đến năm 2035: Mục tiêu và đề xuất.....	xv
Rủi ro và biện pháp giảm thiểu	xvii
Triển vọng việc làm so với chỉ phí ngân sách	xviii
Điểm mấu chốt.....	xix
 PHẦN I. CƠ SỞ HÀNH ĐỘNG: ĐẦU TƯ VÀO “NÃO BỘ” CỦA NHỮNG “BỘ NÃO”	1
1. THỜI ĐIỂM CỦA NGÀNH BÁN DẪN VIỆT NAM: VƯƠN LÊN NẮC THANG GIÁ TRỊ CAO HƠN	2
1.1. Bán dẫn, trí tuệ nhân tạo, hội tụ công nghệ và cuộc đua nhân tài công nghệ	2
1.2. Ngành bán dẫn của Việt Nam: Điểm khởi đầu.....	5
1.3. Ba cửa sổ cơ hội giúp Việt Nam vươn lên vị thế cao hơn trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn.....	7
1.4. Kết luận: Cân bằng giữa củng cố nền tảng và vươn lên vị thế cao hơn trong chuỗi giá trị.....	11
2. NHÂN TÀI LÀ ĐỘNG LỰC, CŨNG LÀ ĐIỂM NGHẼN.....	13
2.1. Không chip nào có thể thiếu người làm chip: Triển vọng việc làm	13
2.2. Bốn mô hình khoảng cách nhân tài: Nhu cầu hiện tại và tương lai	14
2.3. Kịch bản hiện trạng: Cân bằng cung-cầu về kỹ năng	16
2.4. Mở rộng thiết kế hậu kỳ: Tăng quy mô nhân tài và nâng cao kỹ năng.....	17
2.5. Nhảy vọt lên thiết kế tiền kỳ: Nâng cao chất lượng, mở rộng nhóm nhân tài.....	17
2.6. Hướng tới đóng gói tiên tiến: Mở rộng quy mô và nâng cao chất lượng nhóm nhân tài liên ngành.....	20
2.7. Nhân tài cho tương lai: AI, tinh thần khởi nghiệp và già hóa dân số	23
3. NGUỒN CUNG NHÂN TÀI, GDĐH VÀ NĂNG LỰC ĐMST	26
3.1. Quy mô hiện tại và nguồn nhân lực có kỹ năng cho ngành bán dẫn	26
3.2. Các kết quả nghiên cứu & phát triển liên quan đến bán dẫn	28
3.3. Các trụ cột của đào tạo, nghiên cứu và ĐMST trong GDĐH.....	29
3.4. Cơ sở hạ tầng GDĐH: Đầu tư lớn cho xây dựng đội ngũ nhân tài.....	35
3.5. Tài chính và các cơ chế khuyến khích cho đào tạo đại học và ĐMST	40
3.6. Nhân tài và ĐMST: hàm ý chính sách cho lộ trình vươn lên chuỗi giá trị bán dẫn của Việt Nam.....	42

PHẦN II. CÁC GIẢI PHÁP CAN THIỆP TÍCH HỢP CHO THAM VỌNG TRỞ THÀNH TRUNG TÂM NHÂN TÀI BÁN DẪN TOÀN CẦU	43
1. THẤP LỬA NHÂN TÀI – TỪ GIẢNG ĐƯỜNG ĐẾN PHÒNG SẠCH VÀ PHÒNG THIẾT KẾ	47
1.1. Mở rộng đào tạo sau đại học và nâng cao kỹ năng	47
1.2. Thu hút và bồi dưỡng giảng viên, nhà nghiên cứu xuất sắc	51
1.3. Hiện đại hóa chương trình đào tạo thông qua gắn kết chặt chẽ với doanh nghiệp	52
2. XÂY DỰNG CƠ SỞ HẠ TẦNG ĐÀO TẠO VÀ R&D DÙNG CHUNG	54
2.1. Thiết lập “không gian chung” thiết kế & chế tạo nguyên mẫu vi mạch	54
2.2. Triển khai chương trình “Nâng cấp phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH” kèm kinh phí vận hành-bảo trì	54
2.3. Thí điểm cơ sở đóng gói và kiểm thử tiên tiến	55
2.4. Đối tác công – tư (PPP) cho cơ sở hạ tầng quy mô lớn, tác động cao	56
3. THÚC ĐẨY ԶMST GIỮA CƠ SỞ GDĐH – DOANH NGHIỆP – CHÍNH PHỦ.....	59
3.1. Tài trợ đối ứng cho các liên minh R&D chung	59
3.2. Văn phòng chuyển giao công nghệ, đào tạo khởi nghiệp và voucher khởi nghiệp	59
3.3. Chương trình “VITALS” và các trung tâm đổi mới thí điểm sản xuất	61
4. CƠ CHẾ QUẢN TRỊ VÀ TÀI CHÍNH ԶỂ TẠO RA TÁC ԶỘNG QUY MÔ LỚN.....	63
4.1. Thành lập cơ quan chỉ đạo và điều phối việc phát triển nhân tài ngành bán dẫn	63
4.2. Tích hợp và khai thác các nguồn tài chính: một nền tảng một cửa	64
5. CHI PHÍ, TRIỂN KHAI, RỦI RO VÀ CƠ HỘI.....	65
5.1. Quy mô ngân sách và tiến độ 2025–2030	65
5.2. Rủi ro và biện pháp giảm thiểu	67
THAM KHẢO.....	69
PHỤ LỤC	72
Phụ lục 1. Thuật ngữ	72
Phụ lục 2. Các đại học ở Đông Á trong top 100 cụm khoa học & công nghệ toàn cầu của Tổ chức Sở hữu trí tuệ thế giới (WIPO).....	75
Phụ lục 3. Ước tính về lực lượng lao động bán dẫn hiện có của Việt Nam.....	78
Phụ lục 4. Những khoảng cách về nhân tài của Việt Nam: Khung phân tích và xây dựng kịch bản.....	80
Phụ lục 5. Nhu cầu về kỹ năng tại Việt Nam và các thị trường nước ngoài: Các bảng số liệu bổ sung.....	83
Phụ lục 6. Tóm tắt bối cảnh chính sách của Việt Nam năm 2025	87
Phụ lục 7. Tóm tắt phân tích SWOT.....	91

DANH MỤC HỘP

Hộp 1. Mô hình “bán đả” tích hợp nhân tài – ĐMST trong ngành bán dẫn của Singapore.....	46
Hộp 2. Bài học kinh nghiệm quốc tế – Đại học và doanh nghiệp cùng hợp tác thiết kế và triển khai chương trình sau đại học.....	49
Hộp 3. Nhân tài công nghệ của Trung Quốc và hành trình vươn lên cường quốc ĐMST toàn cầu.....	52
Hộp 4. Bài học toàn cầu – Đối tác công-tư (PPP) cho cơ sở hạ tầng có quy mô và tác động lớn.....	58

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình ES-1. Đông Á: Top 100 cụm khoa học và công nghệ hàng đầu thế giới	x
Hình ES-2. Chỉ số công nghệ bán dẫn theo nền kinh tế và các trụ cột nền tảng.....	x
Hình ES-3. Mô hình “vòng quay” nhân tài – R&D – ĐMST phục vụ tham vọng bán dẫn của Việt Nam.....	xi
Hình ES-4. Cơ hội của ngành bán dẫn và những thách thức dành cho nhân tài tại Việt Nam	xiii
Hình ES-5. Phân bổ nguồn lực công và tư cho nhân tài bán dẫn và công nghệ.....	xix
Hình 1. Chỉ số công nghệ bán dẫn theo nền kinh tế và các trụ cột nền tảng	2
Hình 2. Đông Á: Top 100 cụm KH&CN hàng đầu thế giới	3
Hình 3. Mô hình tăng trưởng xuất khẩu đang thay đổi để Việt Nam đạt được tham vọng trở thành quốc gia thu nhập cao vào năm 2045	5
Hình 4. Năng suất lao động trong các dịch vụ ĐMST.....	6
Hình 5. Ngành công nghiệp điện tử và thiết bị điện của Việt Nam.....	7
Hình 6. Chuỗi giá trị toàn cầu ngành bán dẫn	7
Hình 7. Cơ cấu nghề nghiệp và ngành đào tạo của lực lượng lao động hiện tại trong lĩnh vực dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm các công ty thiết kế vi mạch)	13
Hình 8. Mức lương bình quân năm của kỹ sư tầm trung tại Việt Nam theo ngành công nghiệp và dịch vụ, 2018-2023	14
Hình 10. “Biên rộng” và “biên sâu” của các khoảng cách nhân tài.....	15
Hình 9. Quy mô hiện có và luân chuyển của lực lượng lao động kỹ năng cao	15
Hình 11. Ngành đào tạo của đội ngũ khoa học và kỹ sư hiện tại trong các công ty bán dẫn so với nhu cầu hiện nay tại Việt Nam	16
Hình 12. Trình độ học vấn của lực lượng lao động hiện tại so với nhu cầu tuyển dụng của công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam và nước ngoài	18
Hình 13. Trình độ học vấn của lực lượng hiện tại so với nhu cầu tuyển dụng của công ty ATP/ đóng gói tiên tiến tại Việt Nam và nước ngoài	20
Hình 14. Ngành đào tạo của kỹ sư, nhà khoa học hiện tại trong ngành sản xuất linh kiện & bảng mạch điện tử so với nhu cầu của công ty ATP/đóng gói tiên tiến tại Việt Nam và nước ngoài	21
Hình 15. Dự báo số sinh viên tốt nghiệp hằng năm trong các ngành đào tạo liên quan đến bán dẫn và nơi làm việc	27
Hình 16. Số bằng tiến sĩ được trao hàng năm trong các ngành khoa học và kỹ thuật.....	27
Hình 17. Năm lĩnh vực có số lượng công bố quốc tế nhiều nhất tại Việt Nam, 2018-2023	28
Hình 18. Số lượng đơn đăng ký sáng chế tại Việt Nam và một số nước đối sánh, 2001-2020.....	29
Hình 19. Số sinh viên ngành STEM nhập học năm 2023 theo ngành đào tạo tại một số cơ sở GDĐH ở Việt Nam	30
Hình 20. Lộ trình nghề nghiệp cho một sinh viên tốt nghiệp ngành kỹ thuật máy tính	33
Hình 21. Bước phát triển tích cực tại ĐHQG-HCM.....	34
Hình 22. Số lượng sinh viên theo trình độ học vấn trong mỗi nhóm nghiên cứu tại ĐHQG-HCM.....	34

Hình 23. Kinh phí nghiên cứu nhận được từ các nguồn ngoài doanh nghiệp (USD).....	36
Hình 24. Kinh phí nghiên cứu nhận được từ các nguồn do doanh nghiệp tài trợ (USD).....	36
Hình 25. Nguồn thu của các cơ sở GDĐH công lập tại Việt Nam.....	40
Hình 27. Các trở ngại đối với nhà nghiên cứu khi xin kinh phí R&D.....	41
Hình 28. Các trở ngại trong việc nâng cao kết quả R&D tại các cơ sở GDĐH ở Việt Nam và Malaysia.....	41
Hình 26. Chi cho R&D của khu vực công và khu vực doanh nghiệp.....	41
Hình 29. Học phí và chi phí cơ hội đối với những sinh viên tiềm năng theo học thạc sĩ tại Việt Nam.....	48
Hình 30. Cam kết tài chính cho chương trình khoa học, công nghệ, ĐMST và GDĐH.....	65
Hình 31. Đề xuất phân bổ chi phí hằng năm, 2026–2030 (tỷ USD).....	65
Hình 32. Phối hợp đầu tư công và tư cho ngành bán dẫn, phát triển nhân tài công nghệ, và ĐMST.....	66
Hình A1. Khung tổng thể để phân tích bốn khoảng trống nhân tài điển hình.....	80
Hình A2. Các công ty bán dẫn được sử dụng trong phân tích khoảng trống nhân tài.....	82
Hình A3. Nghề nghiệp và ngành đào tạo của lực lượng lao động hiện tại trong ngành Sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử (bao gồm các công ty ATP).....	83
Hình A4. Ngành đào tạo của kỹ sư, nhà khoa học hiện có so với nhu cầu của các công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam và thị trường nước ngoài.....	83

DANH MỤC BẢNG

Bảng ES-1. Mức độ sẵn sàng và độ lớn của các khoảng cách tiềm năng trên lộ trình nâng cấp ngành bán dẫn của Việt Nam.....	xii
Bảng ES-2. Bốn trụ cột can thiệp và các nội dung triển khai chính.....	xvi
Bảng 1. Xếp hạng toàn cầu của các cụm KH&CN.....	3
Bảng 2. Tổng quan về cam kết tài chính của Chính phủ, sinh viên tốt nghiệp ngành kỹ thuật/STEM, lực lượng lao động hiện tại trong ngành bán dẫn.....	4
Bảng 3. Ngành bán dẫn Việt Nam: Cơ hội và thách thức.....	12
Bảng 4. Nhu cầu kỹ năng đối với kỹ sư mới ra trường (dưới 2 năm kinh nghiệm) tại các công ty thiết kế vi mạch.....	19
Bảng 5. Nhu cầu kỹ năng đối với kỹ sư mới ra trường (dưới 2 năm kinh nghiệm) tại các công ty ATP/đóng gói tiên tiến.....	22
Bảng 6. Nhân lực R&D tại Việt Nam, 2013–2023.....	27
Bảng 7. Nhu cầu về cơ sở hạ tầng phục vụ nghiên cứu tại ĐHQG-HCM.....	38
Bảng 8. Bốn trụ cột can thiệp và các biện pháp: Mức độ ưu tiên và tính khả thi.....	45
Bảng 9. Trụ cột “Thấp lửa nhân tài”: Ba lĩnh vực hành động ưu tiên và các biện pháp tương ứng.....	47
Bảng 10. Đầu tư của Singapore vào cơ sở hạ tầng có tác động cao cho ĐMST trong ngành bán dẫn.....	56
Bảng A1. Các cụm KH&CN lớn ở Đông Á và các đại học & viện R&D nòng cốt.....	76
Bảng A2. Lực lượng lao động bán dẫn hiện có của Việt Nam và mục tiêu mở rộng.....	78
Bảng A3. Danh sách các công ty bán dẫn được sử dụng trong phân tích khoảng trống nhân tài.....	81
Bảng A4. Dịch vụ và ngành công nghiệp liên quan đến ngành công nghiệp bán dẫn và các công ty bán dẫn hàng đầu tại Việt Nam.....	82
Bảng A5. Nhu cầu của các công ty thiết kế vi mạch về kỹ năng cụ thể của người lao động có trên 2 năm kinh nghiệm.....	84
Bảng A6. Nhu cầu của ATP/các công ty đóng gói tiên tiến về kỹ năng cụ thể của người lao động có trên 2 năm kinh nghiệm.....	85
Bảng A7. Ba giai đoạn phát triển ngành công nghiệp bán dẫn và điện tử của Việt Nam.....	88

Các từ viết tắt

AI	Trí Tuệ Nhân Tạo	KAIST	Viện Khoa Học & Công Nghệ Tiên Tiến Hàn Quốc
ASIC	Mạch Tích Hợp Chuyên Dụng	KIPO	Cơ Quan Sở Hữu Trí Tuệ Hàn Quốc
ATP	Lắp Ráp, Kiểm Thử Và Đóng Gói	KH&CN	Khoa Học Và Công Nghệ
BK21	Chương Trình Brain Korea 21 (Trí Tuệ Hàn Quốc 21)	LĐVL	Lao Động Và Việc Làm
CAD	Thiết Kế Có Sự Trợ Giúp Của Máy Tính	MEMS	Hệ Thống Vi Cơ Điện Tử
CMOS	Bán Dẫn Oxit Kim Loại Bổ Sung	ML	Học Máy
CNTT	Công Nghệ Thông Tin	MNC	Tập Đoàn Đa Quốc Gia
EDA	Tự Động Hóa Thiết Kế Điện Tử	MPW	Wafer Đa Dự Án
EDB	Ban Phát Triển Kinh Tế Singapore	NAFOSTED	Quỹ Phát Triển Khoa Học Và Công Nghệ Quốc Gia
FDI	Đầu Tư Trực Tiếp Nước Ngoài	NIC	Trung Tâm Đổi Mới Sáng Tạo Quốc Gia
FEF	Quỹ Xuất Sắc Dành Cho Giảng Viên	NSNN	Ngân Sách Nhà Nước
FPGA	Màng Cổng Có Thể Lập Trình Trường	OSAT	Dịch Vụ Lắp Ráp Và Kiểm Thử Bán Dẫn Thuê Ngoài
GDĐH	Giáo Dục Đại Học	PPP	Đối Tác Công Tư
GDNN	Giáo Dục Nghề Nghiệp	R&D	Nghiên Cứu Và Phát Triển
GDP	Tổng Sản Phẩm Quốc Nội	RTL	Mức Chuyển Thanh Ghi
ĐHQG-HCM	Đại Học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh	SCOPUS	Cơ Sở Dữ Liệu Trích Dẫn Khoa Học Của Elsevier
ĐHQG-HN	Đại Học Quốc Gia Hà Nội	SIDIF	Quỹ Đầu Tư Phát Triển Công Nghiệp Chiến Lược
ĐHBKHN	Đại Học Bách Khoa Hà Nội	SiP	Hệ Thống Trong Gói
ĐHĐN	Đại Học Đà Nẵng	SME	Doanh Nghiệp Vừa Và Nhỏ
ĐMST	Đổi Mới Sáng Tạo	SMT	Công Nghệ Dán Bề Mặt
HCMUS	Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên – ĐHQG-HCM	SoC	Hệ Thống Trên Chip
HCMUT	Trường Đại Học Bách Khoa – ĐHQG-HCM	STEM	Khoa Học, Công Nghệ, Kỹ Thuật Và Toán Học
HPC	Tính Toán Hiệu Năng Cao	UIT	Trường Đại Học Công Nghệ Thông Tin – ĐHQG-HCM
IC	Vi Mạch Tích Hợp	VLSI	Tích Hợp Ở Quy Mô Rất Lớn
INOMAR	Trung Tâm Nghiên Cứu Vật Liệu Cấu Trúc Nano Và Phân Tử – ĐHQG-HCM	VNEI	Mạng Lưới Đổi Mới & Khởi Nghiệp GDĐH Việt Nam
INT	Viện Công Nghệ Nano – ĐHQG-HCM	VUDP	Dự Án Phát Triển Các Đại Học Quốc Gia Việt Nam
IoT	Internet Vạn Vật		
IP	Tài Sản Sở Hữu Trí Tuệ		
ISF	Quỹ Hỗ Trợ Đầu Tư		

Lời cảm ơn

Báo cáo này là kết quả của nỗ lực tập thể, có sự tham gia của nhiều Ban trong Ngân hàng Thế giới, bao gồm Ban giáo dục, Ban chuyển đổi số, Ban tài chính, năng lực cạnh tranh và đổi mới sáng tạo và Văn phòng kinh tế trường khu vực Đông Á - Thái Bình Dương. Đây là sản phẩm của Chương trình Hỗ trợ Phân tích và Tư vấn (ASA) về “Phát triển lực lượng lao động có kỹ năng của Việt Nam cho nền kinh tế thâm dụng công nghệ”.

Báo cáo do Trần Thị Ánh Nguyệt (Chuyên gia kinh tế giáo dục), Ekua Bentil (Chuyên gia giáo dục cao cấp) và Đào Hồng Trang (Tư vấn) thực hiện. Các thành viên chủ chốt đồng tác giả các báo cáo đánh giá nền tảng, tham gia rà soát và đóng góp ý kiến quan trọng cho báo cáo này bao gồm: Võ Kiểu Dung (Chuyên gia giáo dục cao cấp), Trần Thị Lan Hương (Chuyên gia chuyển đổi số cao cấp), Johan Bjurman Bergman (Chuyên gia chuyển đổi số), Mike Nguyễn (Tư vấn doanh nghiệp cao cấp), Đặng Quang Vinh (Chuyên gia cao cấp về khu vực tư nhân), Gu-Yeon Wei (Giáo sư Kỹ thuật điện-điện tử và Khoa học máy tính, Đại học Harvard), và Joshua Park (Tư vấn).

Phần đánh giá thực trạng phần lớn dựa trên các nghiên cứu cơ sở và báo cáo kỹ thuật sau:

1. *Đánh giá nhanh ngành công nghiệp bán dẫn Việt Nam*, do Mike Nguyễn, Trần Thị Lan Hương và Johan Bjurman Bergman thực hiện.
2. *Nâng cao kỹ năng cho ngành công nghiệp bán dẫn Việt Nam: Đánh giá khoảng cách nhân tài và năng lực của hệ thống giáo dục đại học*, do Đào Hồng Trang, Ekua Bentil, Gu-Yeon Wei, Võ Kiểu Dung, Joshua Park và Trần Thị Ánh Nguyệt thực hiện.
3. *Thúc đẩy nghiên cứu phát triển và chuyển giao công nghệ tại cơ sở giáo dục đại học nhằm tăng năng suất lao động ở Việt Nam*, do Đặng Quang Vinh, Cristian Quijada Torres (Chuyên gia cao cấp về khu vực tư nhân), Kim Kibum (Chuyên gia về khu vực tư nhân) và Trần Thị Ánh Nguyệt và Đinh Tuấn Minh (Tư vấn) thực hiện.
4. *Vai trò của Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh trong thực hiện tầm nhìn chiến lược ngành bán dẫn Việt Nam: Đánh giá nhanh về cơ sở hạ tầng và khuyến nghị chính sách*, do Ekua Bentil, Gu-Yeon Wei, Võ Kiểu Dung và Joshua Park thực hiện.
5. *Cơ chế tài chính công bằng cho giáo dục đại học STEM tại Việt Nam*, do Trần Thị Ánh Nguyệt và Đào Hồng Trang thực hiện.

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn những đóng góp quý báu từ các đồng nghiệp tại Ngân hàng Thế giới và Tập đoàn Tài chính Quốc tế: Omar Arias (Chuyên gia kinh tế trường), Diego Ambasz (Chuyên gia kinh tế cao cấp), Mira Nahouli (Chuyên gia vận hành cao cấp), Ridhi Gupta (Chuyên gia đầu tư), Abba Safir (Chuyên gia kinh tế cao cấp), Sacha Dray (Chuyên gia kinh tế), Juliana Guaqueta Ospina (Chuyên gia giáo dục cao cấp) và Đỗ Việt Dũng (Cán bộ quốc gia cao cấp).

Nhóm tác giả đặc biệt cảm ơn những ý kiến đóng góp, thảo luận và phản hồi từ lãnh đạo các cơ sở giáo dục đại học và cơ quan Chính phủ Việt Nam: PGS. Vũ Hải Quân (Giám đốc Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh – ĐHQG-HCM), GS. Lê Quân (Giám đốc Đại học Quốc gia Hà Nội), PGS. Huỳnh Quyết Thắng (Giám đốc Đại học Bách khoa Hà Nội), Đỗ Tiến Thịnh (Phó Giám đốc Trung tâm Đổi mới sáng tạo Quốc gia), cùng các đại diện từ ĐHQG-HCM gồm TS. Bùi Thị Hồng Hạnh (Trưởng ban Đối ngoại), PGS. Nguyễn Lưu Thùy Ngân (Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ Thông tin, ĐHQG-HCM), PGS. Phạm Trần Vũ (Hiệu trưởng Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM), PGS. Huỳnh Phú Minh Cường (Phó Trường khoa Điện-Điện tử, Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM) và PGS. Trịnh Lê Huy (Trường Đại học Công nghệ Thông tin, ĐHQG-HCM). Nhóm tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành đến ĐHQG-HCM đã tích cực hỗ trợ trong việc thu thập, đồng tổ chức nhiều chuyến khảo sát thực địa, thu thập dữ liệu và hội thảo tham vấn về báo cáo tại ĐHQG-HCM.

Chúng tôi xin cảm ơn ý kiến đóng góp từ đại diện lãnh đạo các doanh nghiệp bán dẫn và các đại biểu từ những trường đại học nước ngoài, đặc biệt là TS. Aaron Thean (Phó Giám đốc kiêm Hiệu trưởng Đại học Quốc gia Singapore – NUS), TS. Vũ Minh Khương (NUS), TS. Kee-won Kwon (Đại học Sungkyunkwan), Jeff Goss (Đại học Bang Arizona), Kenneth Tse (Tổng Giám đốc Intel Việt Nam), Kevin Koh (Chủ tịch Faraday Technology Vietnam), Trần Đắc Khoa (Tổng Giám đốc Renesas Design Vietnam) và Trần Duy Tân (Chủ tịch Savarti Inc.).

Nhóm tác giả trân trọng ghi nhận và cảm ơn sự hỗ trợ tài chính từ Cơ quan phát triển quốc tế Úc (AusAID) cho báo cáo đánh giá nền tảng về tài chính cho giáo dục đại học STEM tại Việt Nam.

Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn sự chỉ đạo chung của Mariam J. Sherman (Giám đốc quốc gia Ngân hàng Thế giới tại Việt Nam, Campuchia và Lào) và Cristian Aedo (Giám đốc Ban giáo dục khu vực Đông Á – Thái Bình Dương). Báo cáo đã nhận được góp ý, phản biện từ các chuyên gia thẩm định nội bộ của Ngân hàng Thế giới: Alex Twinomugisha (Chuyên gia giáo dục cao cấp), Marina Bassi (Quản lý chương trình), Cristian Quijada Torres (Chuyên gia cao cấp về khu vực tư nhân), Hania Kronfol (Chuyên gia chuyển đổi số cao cấp) và Sandra Sargent (Chuyên gia chuyển đổi số cao cấp). Trần Thùy Dương (Cán bộ đối ngoại cao cấp) và Lê Thị Quỳnh Anh (Cán bộ đối ngoại) hỗ trợ truyền thông.

Nguyễn Cẩm Vân (Trợ lý chương trình) hỗ trợ quá trình soạn thảo báo cáo. Đoàn Hà (Tư vấn) thiết kế trình bày báo cáo.

Phạm vi của báo cáo

Tại sao thực hiện báo cáo này? Việt Nam xác định công nghệ bán dẫn là một trong mười công nghệ chiến lược, đặt mục tiêu cụ thể trở thành trung tâm nhân lực toàn cầu về công nghiệp bán dẫn năm 2030, vươn lên các phân đoạn có giá trị gia tăng cao hơn trong chuỗi giá trị và phát triển một chuỗi giá trị bán dẫn hoàn chỉnh vào năm 2045. Để hiện thực hóa cam kết này, Việt Nam cần đầu tư chiến lược và khẩn trương vào nguồn nhân tài mũi nhọn, khoa học và đổi mới sáng tạo.

Phạm vi và giới hạn: Báo cáo này tập trung lấp đầy khoảng cách cấp bách nhất – phát triển một đội ngũ các nhà khoa học và kỹ sư và (trong phạm vi có thể) các doanh nhân công nghệ – để có thể hỗ trợ tham vọng phát triển ngành bán dẫn và công nghệ cao của Việt Nam. Các phần phân tích và khuyến nghị tập trung vào lực lượng lao động có kỹ năng cao và công cuộc phát triển nhân tài mũi nhọn, bao gồm nội dung về nghiên cứu, đổi mới sáng tạo và liên kết giữa các cơ sở giáo dục đại học và doanh nghiệp có liên quan đến thách thức về nhân tài.

Để phát huy tiềm năng ngành bán dẫn, Việt Nam cần đồng thời giải quyết các điểm nghẽn khác, đáng chú ý là: mối liên kết chưa chặt chẽ giữa các doanh nghiệp có vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài và các doanh nghiệp trong nước, những hạn chế về cơ sở hạ tầng mới nổi (ví dụ, năng lượng và hậu cần) hay khung pháp lý về sở hữu tài sản trí tuệ trong bối cảnh kinh tế địa chính trị đầy biến động. Báo cáo cũng ghi nhận vai trò quan trọng của đội ngũ kỹ thuật viên, đặc biệt là nhân lực tốt nghiệp cao đẳng kỹ thuật, trong phân đoạn lắp ráp, kiểm thử và đóng gói – là lĩnh vực Việt Nam hiện đang có lợi thế. Tuy nhiên, do phạm vi giới hạn của báo cáo, các chủ đề nêu trên chỉ được đề cập khi có liên quan trực tiếp đến nội dung trọng tâm của báo cáo.

Các nghiên cứu kỹ thuật, phân tích chính sách hỗ trợ và báo cáo nền tảng

Báo cáo tham khảo các nghiên cứu chuyên sâu hơn của Ngân hàng Thế giới về quá trình chuyển đổi cơ cấu kinh tế của Việt Nam, bao gồm *Việt Nam 2045: Vươn lên trong thế giới đầy biến động* (Ngân hàng Thế giới, 2024a) – báo cáo chủ đạo nhấn mạnh rằng nâng cấp chuỗi giá trị là con đường để Việt Nam trở thành nước thu nhập cao, đồng thời nhận diện các thách thức, cơ hội và các lựa chọn chính sách ở tầm kinh tế vĩ mô. *Nâng cao hiệu quả giáo dục đại học tại Việt Nam: Các ưu tiên chiến lược và lựa chọn chính sách* (Ngân hàng Thế giới, 2020b) và *Tài chính trong giáo dục đại học ở Việt Nam* (Ngân hàng Thế giới, 2023a) cung cấp cái nhìn tổng quan theo ngành về hệ thống giáo dục đại học Việt Nam.

Báo cáo này đúc rút bằng chứng, phân tích, đánh giá thực trạng và hàm ý chính sách từ năm phân tích chính sách và đánh giá kỹ thuật chuyên sâu. (1) *Đánh giá nhanh ngành công nghiệp bán dẫn Việt Nam* (Nguyễn, Trần và Bergman, 2025) đánh giá năng lực doanh nghiệp và cơ hội thị trường, và xác định ba hướng Việt Nam có thể vươn lên các phân đoạn giá trị cao hơn, từ phân đoạn thiết kế đến sản xuất. (2) *Nâng cao kỹ năng cho ngành công nghiệp bán dẫn Việt Nam: Đánh giá khoảng cách nhân tài và năng lực của hệ thống giáo dục đại học* (Đào và đồng sự, 2025) định lượng sự chênh lệch cung-cầu về lao động có kỹ năng và những khoảng cách về năng lực hệ thống giáo dục đại học dưới các kịch bản phát triển khác nhau. (3) *Vai trò của Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh trong thực hiện tầm nhìn chiến lược ngành bán dẫn Việt Nam: Đánh giá nhanh về cơ sở hạ tầng và khuyến nghị chính sách* (Bentil và đồng sự, 2025) phân tích sâu hiện trạng cơ sở hạ tầng và nhu cầu đầu tư cho đào tạo và nghiên cứu tại Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, cũng như các kinh nghiệm quốc tế phù hợp với bối cảnh Việt Nam. (4) *Thúc đẩy nghiên cứu phát triển và chuyển giao công nghệ tại cơ sở giáo dục đại học nhằm tăng năng suất lao động ở Việt Nam* (Đặng và đồng sự, 2025) đánh giá tổng thể hệ thống nghiên cứu phát triển tại cơ sở giáo dục đại học và đề xuất các cải cách chính sách và thể chế nhằm tăng cường nghiên cứu và chuyển giao công nghệ do đại học dẫn dắt. (5) *Cơ chế tài chính công bằng cho giáo dục đại học STEM tại Việt Nam* (Trần và Đào, 2025) phân tích khả năng chi trả và tính công bằng trong giáo dục đại học STEM, qua đó hỗ trợ mục tiêu của Việt Nam phát triển nền sản xuất công nghệ cao với hàm lượng giá trị gia tăng cao.

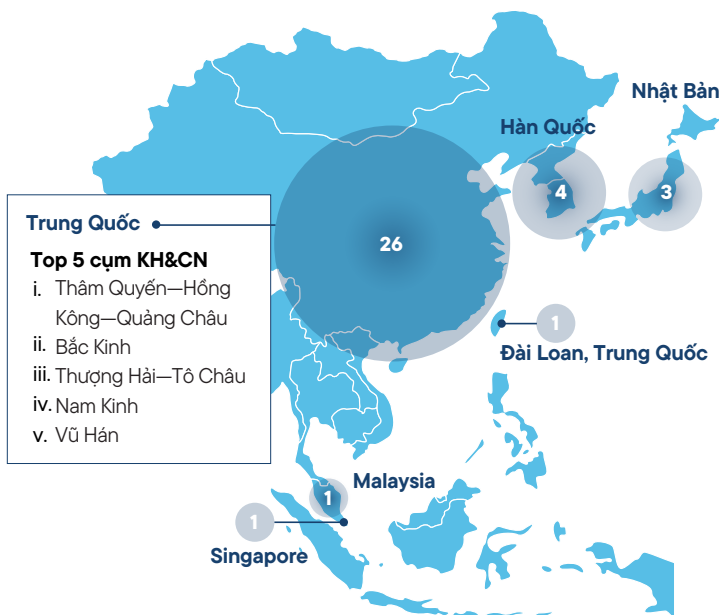
TỔNG QUAN

Một “vòng quay” nhân tài công nghệ và đổi mới sáng tạo năng động

Thế giới đang bước vào một siêu chu kỳ về bán dẫn do trí tuệ nhân tạo (AI) dẫn dắt, với nhu cầu về chip vận hành mọi thứ từ AI tạo sinh đến ô tô điện tăng nhanh chưa từng thấy. Doanh số bán dẫn toàn cầu được dự báo sẽ tăng gấp đôi trong thập kỷ này và vượt mốc 1 nghìn tỷ USD vào năm 2030. Cũng tính đến năm 2030, siêu chu kỳ do AI thúc đẩy này có thể tạo ra tới 15 nghìn tỷ USD giá trị kinh tế và 100 triệu việc làm trên tất cả các lĩnh vực – nếu như hạ tầng công nghệ có thể theo kịp tốc độ phát triển. Sức mạnh quốc gia trong các lĩnh vực như AI và bán dẫn sẽ phụ thuộc vào ba trụ cột chính: hệ sinh thái đổi mới sáng tạo (ĐMST), nguồn nhân lực chất lượng cao và nguồn lực tài chính vững mạnh.

AI và công nghệ bán dẫn đang đóng vai trò trung tâm trong làn sóng hội tụ công nghệ toàn cầu. Hội tụ công nghệ đang diễn ra mạnh mẽ trong năm lĩnh vực công nghệ quan trọng và mới nổi – AI, bán dẫn, sinh học, vũ trụ và lượng tử. Trong quá trình này, tiến bộ ở một lĩnh vực thường tạo ra hiệu ứng lan tỏa, đẩy nhanh sự phát triển ở các lĩnh vực còn lại, đôi khi theo những phương hướng khó lường trước.

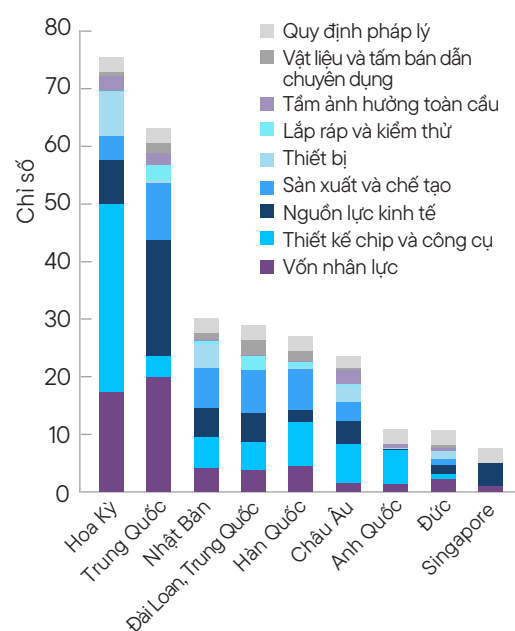
Hình ES-1. Đông Á: Top 100 cụm khoa học và công nghệ hàng đầu thế giới



Đường biên giới, màu sắc, tên gọi và các thông tin khác biểu hiện trên các bản đồ trong báo cáo này không hàm ý bất kỳ đánh giá nào của Ngân hàng Thế giới về vị thế pháp lý của bất kỳ vùng lãnh thổ nào và cũng không thể hiện bất kỳ sự ủng hộ hay chấp nhận nào của Ngân hàng Thế giới về các đường biên giới đó.

Nguồn: Tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới 2024.

Hình ES-2. Chỉ số công nghệ bán dẫn theo nền kinh tế và các trụ cột nền tảng



Nguồn: Chỉ số công nghệ trọng yếu và mới nổi của Trung tâm Belfer, Đại học Harvard 2025 – Xếp hạng của chỉ số công nghệ bán dẫn.

Việt Nam đang ở vị trí trung tâm của cụm bán dẫn toàn cầu. Thực tiễn trên thế giới cho thấy: các công ty sẽ đặt hoạt động thâm dụng nghiên cứu và phát triển (R&D) ở những nơi hội tụ nhân tài trình độ cao, nghiên cứu tiên tiến và cơ sở hạ tầng sẵn sàng. Năm nền kinh tế Đông Á – Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Singapore và Đài Loan (Trung Quốc) – hiện đều nằm trong nhóm các quốc gia dẫn đầu thế giới về cả công nghệ AI và công nghệ bán dẫn. Đây cũng là nơi tập trung năm cụm khoa học và công nghệ lớn nhất thế giới và chiếm 35 trong số 100 cụm hàng đầu thế giới (Malaysia đóng góp 1 cụm tính đến năm 2024). Những nền kinh tế này đã kết hợp chính sách phát triển nguồn nhân lực với đầu tư mạnh mẽ và dài hạn vào nghiên cứu, ĐMST theo định hướng sứ mệnh – qua đó chuyển mình từ những cơ sở lắp ráp và sản xuất công nghệ thành nền kinh tế dựa trên tri thức và công nghệ cao.

Việt Nam không còn nhiều thời gian để đầu tư vào nhân tài. Tình trạng thiếu hụt nhân lực bán dẫn toàn cầu – ước tính lên đến hàng chục hoặc hàng trăm nghìn người tại các nền kinh tế dẫn đầu vào năm 2030 – cho thấy chỉ xây dựng nhà máy hoặc ưu đãi thuế thôi thì chưa đủ duy trì hệ sinh thái bền vững. Việt Nam vốn đã có hai tài sản trọng yếu: một đội ngũ nhân tài công nghệ đang lớn mạnh và mức tập trung chính trị cao. Tuy nhiên, những hạn chế tồn tại lâu nay trong việc nâng cao nền tảng kỹ năng, nuôi dưỡng và giữ chân nhân tài mũi nhọn, xây dựng năng lực ĐMST và cơ sở hạ tầng đang đe dọa làm chậm tiến trình hiện thực hóa tham vọng của Việt Nam.

Hình ES-3. Mô hình “vòng quay” nhân tài – R&D – ĐMST phục vụ tham vọng bán dẫn của Việt Nam



Báo cáo này phác họa một “vòng quay” nhân tài, R&D và ĐMST, có thể tạo ra lực lượng lao động bán dẫn chất lượng cao và thúc đẩy ĐMST để hiện thực hóa tham vọng bán dẫn của Việt Nam. Một hệ sinh thái bán dẫn thành công dựa trên ba trụ cột nền tảng: bí quyết thiết kế vi mạch tiên tiến, đầu tư vốn bền vững, và một số lượng lớn nhân tài trình độ cao. Phát triển nhân tài đóng vai trò đòn bẩy then chốt cho cả ba trụ cột này.

Báo cáo này đề xuất Việt Nam tích hợp phát triển nhân lực, giáo dục đại học (GDĐH) và hệ sinh thái ĐMST để Chính phủ, các cơ sở GDĐH và doanh nghiệp có thể cùng cố lẫn nhau trong việc nuôi dưỡng một đội ngũ nhân tài sâu về chất và rộng về lượng, thúc đẩy nghiên cứu và ĐMST và đưa đất nước vươn lên những thang bậc giá trị cao hơn – không chỉ cho ngành bán dẫn mà còn cho các ngành công nghệ cao khác.

Để triển khai nhanh và trên diện rộng, báo cáo đề xuất bốn trụ cột gắn kết:

- 1. Thấp lửa nhân tài** – mở rộng và nâng cao chất lượng đội ngũ nhân lực có kỹ năng, đồng thời nuôi dưỡng nguồn nhân tài công nghệ mũi nhọn.
- 2. Xây dựng cơ sở hạ tầng R&D và đào tạo dùng chung** – tạo điều kiện để sinh viên và các cơ sở GDĐH tiếp cận các công cụ, cơ sở vật chất và hạ tầng đạt chuẩn công nghiệp.
- 3. Thúc đẩy ĐMST giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp** – chuyển đổi nghiên cứu thành các thiết kế, sản phẩm và giải pháp có khả năng thương mại hóa.
- 4. Quản trị & tài chính hướng đến kết quả** – đảm bảo cơ chế chịu trách nhiệm rõ ràng và nguồn tài chính bền vững.

Đầu tư vào nhân tài công nghệ có thể mang lại lợi ích cho toàn bộ nền kinh tế – không chỉ tạo ra hàng chục nghìn việc làm chất lượng cao mà còn thúc đẩy sự phát triển của các lĩnh vực công nghệ cao khác. Một lực lượng lao động đông đảo hơn và có trình độ cao hơn cũng giúp các doanh nghiệp trong nước vươn lên trong chuỗi giá trị và thu hút dòng đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) chất lượng cao hơn, từ đó tạo ra một chuỗi tác động tích cực liên hoàn. Cuối cùng, những đột phá về chip bán dẫn sẽ tạo hiệu ứng lan tỏa, thúc đẩy tiến bộ trong các công nghệ chiến lược như AI, công nghệ sinh học và không gian vũ trụ. Hiện đã có các cột mốc mục tiêu rõ ràng. Đến năm 2035, Việt Nam nên hướng tới mục tiêu được công nhận là một trung tâm nhân tài bán dẫn toàn cầu – với nguồn nhân lực tự phát triển bền vững, các doanh nghiệp thiết kế vi mạch nội địa phát triển mạnh mẽ, và đủ tín nhiệm để thu hút làn sóng đầu tư tiếp theo.

Cơ hội đạt được những mục tiêu trên đang dần khép lại, nhưng vẫn có thể kịp thời nắm bắt. Các quốc gia trong khu vực như Malaysia, Singapore và Trung Quốc đã nhanh chóng đẩy mạnh đầu tư vào các lĩnh vực bán dẫn tiên tiến. Việt Nam cần khẩn trương giải quyết tình trạng thiếu hụt nhân tài để duy trì khả năng cạnh tranh. Hành động táo bạo như vậy có thể đi kèm không ít thách thức, nhưng đó đều là những rủi ro có thể giảm

thiếu. Việc hành động quyết đoán ngay bây giờ sẽ quyết định liệu Việt Nam có tham gia định hình – hay chỉ đứng ngoài quan sát – tương lai của ngành công nghiệp công nghệ cao này trong khu vực hay không.

Chưa từng có quốc gia nào phải trả giá vì có “quá nhiều” nhân tài chất lượng – nhưng đã có nhiều quốc gia đánh mất cơ hội vì có “quá ít” nhân tài.

Thời cơ bán dẫn của Việt Nam: Nâng cao vị thế trong thang giá trị

Sự hội tụ của nhiều yếu tố khiến cho tham vọng phát triển ngành bán dẫn của Việt Nam trở nên đúng thời điểm: Lực lượng lao động trẻ và có kỹ năng kỹ thuật, sự ưu tiên ĐMST của Chính phủ và sự quan tâm ngày càng lớn từ các tập đoàn công nghệ toàn cầu. Nhiều tập đoàn trong số này đã hiện diện hoặc đang mở rộng hoạt động tại Việt Nam. Môi trường thuận lợi cho tăng trưởng dựa trên ĐMST – có được nhờ vào hàng loạt luật mới và các chương trình hỗ trợ tài chính vừa được ban hành – là yếu tố thu hút mạnh mẽ các tập đoàn này.

Bảng ES-1. Mức độ sẵn sàng và độ lớn của các khoảng cách tiềm năng trên lộ trình nâng cấp ngành bán dẫn của Việt Nam

Cửa sổ cơ hội phát triển	Mức độ sẵn sàng của Việt Nam năm 2024	Thâm dụng tri thức / nhân tài	Thâm dụng công nghệ	Thâm dụng vốn
Củng cố nền tảng lắp ráp, kiểm thử và đóng gói (ATP)	●●●●○ (4/5)	●○○○○○ (1/5)	●○○○○○ (1/5)	●●●○○ (3/5)
Mở rộng dịch vụ thiết kế hậu kỳ	●●○○○ (2/5)	●●●○○ (3/5)	●●●○○ (3/5)	●○○○○ (1/5)
Nhảy vọt lên thiết kế tiền kỳ	●○○○○○ (1/5)	●●●●● (5/5) ★	●●●●● (5/5) ★	●●●●○ (4/5) ★
Hướng tới đóng gói tiên tiến	●○○○○○ (1/5)	●●●●○ (4/5)	●●●●○ (4/5)	●●●●● (5/5) ★

Ghi chú: * Mức độ sẵn sàng của Việt Nam năm 2024 – tổng hợp dựa trên lực lượng lao động hiện tại, năng lực R&D và nền tảng công nghiệp
★ Các ô có rủi ro tài khóa cao – đòi hỏi vốn đầu tư công lớn; khuyến nghị áp dụng mô hình đối tác công – tư (PPP) hoặc các cơ chế chia sẻ rủi ro.

Việt Nam có thể theo đuổi ba hướng chiến lược để nâng cao vị thế trong chuỗi giá trị, dựa trên thế mạnh sẵn có ở phân đoạn sản xuất hậu kỳ (ATP – lắp ráp, kiểm thử và đóng gói) và năng lực ngày càng tăng trong dịch vụ thiết kế hậu kỳ:

Mở rộng dịch vụ thiết kế hậu kỳ: Việt Nam có thể phát triển thành một trung tâm cung cấp dịch vụ thiết kế vi mạch hậu kỳ thuê ngoài, đặc biệt trong các mảng thiết kế layout và kiểm định. Số lượng các công ty thiết kế vi mạch (hiện khoảng 40) có thể tăng gấp đôi trong vòng 5 năm tới, tạo ra hàng nghìn việc làm kỹ sư mới. Phân đoạn này có mức thâm dụng tri thức trung bình và có thể mở rộng tương đối nhanh nếu Việt Nam phát triển được đội ngũ kỹ sư có kỹ năng phù hợp.

Hướng tới đóng gói tiên tiến: Việt Nam có thể nhảy vọt lên phân đoạn đóng gói tiên tiến (ví dụ, công nghệ xếp chồng chip 2.5D/3D và công nghệ hệ thống trong chip – SiP) bằng cách tận dụng các khoản đầu tư sớm. Dây chuyền thử nghiệm đóng gói 3D của Intel Việt Nam và nhà máy SiP mới của Amkor đã mang lại cho Việt Nam lợi thế người tiên phong trong khu vực. Đóng gói tiên tiến có tính thâm dụng công nghệ và vốn cao, nhưng có thể trở thành một lĩnh vực ngách mà Việt Nam tạo được dấu ấn riêng.

Nhảy vọt lên thiết kế tiền kỳ: Phát triển tài sản trí tuệ (IP) về vi mạch và các sản phẩm hệ thống trên chip (SoC) tại nội địa sẽ đem lại việc làm thiết kế giá trị cao và dòng thu nhập từ phí bản quyền. Lộ trình này thâm dụng tri thức rất cao, đòi hỏi đội ngũ kỹ sư và nhà khoa học hàng đầu (thường có trình độ sau đại học) để thiết kế và xây dựng kiến trúc các loại chip phức tạp.

Ba “cửa sổ” phát triển này bổ trợ lẫn nhau, không loại trừ nhau. Ví dụ, việc mở rộng chỗ đứng hiện có của Việt Nam trong sản xuất hậu kỳ có thể tạo ra nhiều việc làm và tăng năng lực sản xuất công nghiệp, qua đó tạo điều kiện chuyển dịch lên các phân đoạn giá trị cao hơn như đóng gói tiên tiến.

Đồng thời, Việt Nam cũng cần củng cố nền tảng hiện có trong phân đoạn ATP. Hiện nay, Việt Nam đã có vị thế vững chắc ở phân đoạn sản xuất hậu kỳ với những nhà đầu tư lớn như Intel và Amkor. Việc mở rộng các nhà máy sản có và thu hút thêm các cơ sở mới có thể bổ sung hàng chục nghìn việc làm kỹ thuật tính đến năm 2030, củng cố chuỗi cung ứng trong nước. Quan trọng không kém là một nền tảng ATP vững chắc sẽ giúp tạo ra nguồn việc làm lớn và tích lũy các bí quyết công nghệ thiết yếu, đóng vai trò bàn đạp để tiến tới các hoạt động có giá trị gia tăng cao hơn như đóng gói tiên tiến.

Yếu tố kết nối trong tất cả các phương án phát triển nêu trên chính là nhân tài, R&D và ĐMST: Việt Nam càng thu hút và phát triển được nhiều nhân tài thì càng linh hoạt và chủ động trên toàn chuỗi giá trị ngành bán dẫn.

Thách thức về nhân tài bán dẫn: Biên rộng, biên sâu và biên tích hợp

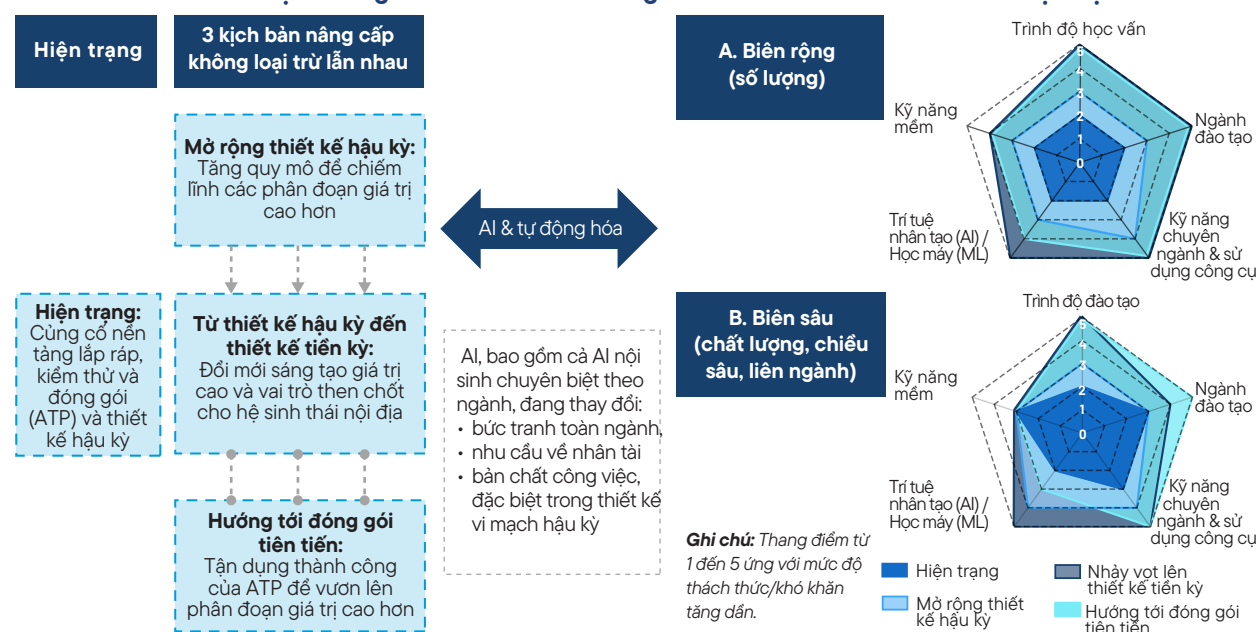
Nguồn nhân lực của Việt Nam chắc chắn có những điểm sáng đáng ghi nhận. Ví dụ, số sinh viên nhập học các ngành khoa học-kỹ thuật tăng khoảng 9% hằng năm. Các cơ sở GDĐH hàng đầu của Việt Nam cũng đang dần được đánh giá cao trong khu vực về các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM). Hiện nay, cả nước có hơn 500.000 chuyên gia trong độ tuổi 22–35 sở hữu bằng cấp STEM; dự kiến có thêm khoảng 24.000 người gia nhập lực lượng lao động mỗi năm.

Nếu biến được tham vọng phát triển ngành bán dẫn của Việt Nam thành hành động cụ thể, khắc phục các khoảng cách đã xác định, nhu cầu nhân tài của Việt Nam sẽ tăng vọt trên ba phương diện:

-  **Biên rộng** – số lượng lao động kỹ năng cao và nhân tài công nghệ mũi nhọn;
-  **Biên sâu** – chất lượng, chiều sâu chuyên môn và tính liên ngành, cùng những kỹ năng thích ứng với tương lai;
-  **Biên tích hợp** – gắn kết giữa đào tạo và việc làm, giữa phòng thí nghiệm và nhà máy (“lab-to-fab”), tích hợp R&D trong đào tạo.

Thích ứng tương lai: Thách thức về nhân tài càng trở nên phức tạp bởi tốc độ phát triển nhanh chóng của AI và các công nghệ liên quan. AI đang tái định hình ngành công nghiệp bán dẫn, và cuộc đua phát triển năng lực AI đang kéo theo nhu cầu ngày càng lớn đối với các loại chip tiên tiến. AI cũng làm thay đổi bản chất nhu cầu kỹ năng, khiến bài toán nhân tài thêm cấp bách. Ví dụ, các công cụ thiết kế chip ứng dụng AI đang tự động hóa một số tác vụ thiết kế lặp đi lặp lại, vì vậy có thể giảm nhu cầu kỹ sư thiết kế vi mạch hậu kỳ trình mới vào nghề. Nhưng cùng đó AI lại tăng nhu cầu kỹ sư có chuyên môn sâu trong các lĩnh vực tiên tiến như học máy (ML) và khoa học dữ liệu, có khả năng giải quyết các vấn đề phức tạp, mang tính ngoại lệ.

Hình ES-4. Cơ hội của ngành bán dẫn và những thách thức dành cho nhân tài tại Việt Nam



Về số lượng: Hiện tại, nguồn nhân tài của Việt Nam còn chưa đủ điều kiện hiện thực hóa tham vọng vươn tới vị trí cao hơn trong ngành bán dẫn. Chẳng hạn như trong lĩnh vực thể mạnh của Việt Nam là lắp ráp và kiểm thử, chỉ khoảng 8% nhân viên lao động tại các nhà máy sản xuất điện tử có bằng đại học, nhưng gần 50% số lượng tuyển dụng trong lĩnh vực này hiện nay lại yêu cầu có trình độ cử nhân trở lên. Việc mở rộng các hoạt động thiết kế vi mạch hậu kỳ sẽ đòi hỏi bổ sung hàng chục nghìn kỹ sư so với nguồn cung hiện tại.

Về chất lượng và chiều sâu: Muốn chuyển sang thiết kế vi mạch tiền kỳ cần có các kiến trúc sư máy tính hệ thống, nhà thiết kế chip và nhiều chuyên gia khác đạt trình độ sau đại học. Nguồn nhân lực như vậy hiện vô cùng khan hiếm ở Việt Nam; chỉ khoảng 4% lực lượng lao động ngành bán dẫn hiện tại có trình độ thạc sĩ hoặc cao hơn, so với con số xấp xỉ 30% của các trung tâm hàng đầu thế giới. Hoạt động đóng gói tiên tiến cũng tương tự, có nhu cầu ngày càng cao về nhân sự có chuyên môn trong các lĩnh vực như khoa học vật liệu, hóa học, vật lý và kỹ thuật đảm bảo độ tin cậy.

Về tích hợp: Đáp ứng được các chu kỳ công nghệ thay đổi nhanh của ngành bán dẫn không chỉ đơn giản là cải thiện kỹ năng về mặt lý thuyết. Để đuổi kịp thời thế và duy trì ĐMST, các chuyên gia cần được tiếp cận liên tục với những xu hướng và tiến bộ mới nhất của thị trường. Công đoạn phát triển nhân tài hiện nay vẫn còn diễn ra quá xa rời thực tiễn ngành; điều tối quan trọng hiện tại là phải phá vỡ các “ốc đảo” đang chia cắt khu vực giáo dục và khu vực doanh nghiệp.

Những thách thức đa chiều về số lượng, chất lượng – chiều sâu và tích hợp trong phát triển nhân tài nói trên càng nhấn mạnh sự cấp thiết phải hành động ngay. **Việt Nam không thể chỉ dựa vào những bước tiến nhỏ lẻ trong khi các quốc gia khác đều đang mạnh dạn, quả quyết tiến những bước dài.**

Năm quyết định trọng yếu trong năm 2025

Việt Nam đã đề ra một tầm nhìn táo bạo; năm 2025 là thời điểm chuyển từ kế hoạch sang hành động. Để khởi động chương trình phát triển nhân tài, báo cáo khuyến nghị năm quyết định quan trọng cần được thực hiện ngay. Mỗi quyết định đều có thể đạt được trong vòng một năm và gắn liền với ba trụ cột dài hạn của hệ sinh thái bán dẫn: *nhân lực, công nghệ và đầu tư*.

✓ **Quyết định 1: Triển khai nhanh Chương trình học bổng sau đại học về bán dẫn (thạc sĩ/tiến sĩ).** Chương trình “Học bổng bán dẫn” quốc gia sẽ cấp học bổng toàn phần cho những sinh viên tài năng theo học các chương trình sau đại học hàng đầu (ở nước ngoài hoặc trong nước), qua đó xây dựng nguồn nhân tài công nghệ và đội ngũ giảng viên tương lai. Các ứng viên nhận học bổng sẽ ký cam kết quay về làm việc tại Việt Nam theo các thỏa thuận ràng buộc và cơ chế khuyến khích phù hợp.

Hành động trong năm 2025: Bố trí ngân sách riêng và công bố ứng cử cho khóa đầu tiên của Chương trình học bổng toàn phần cho thạc sĩ/tiến sĩ trong ngành bán dẫn.

✓ **Quyết định 2: Khởi động “Quỹ phát triển đội ngũ giảng viên ưu tú”.** Thiết lập chương trình theo cơ chế cạnh tranh để phát triển đội ngũ giảng viên giảng dạy và nghiên cứu trong các ngành trọng yếu liên quan đến bán dẫn, thông qua: tài trợ giảng viên trẻ đi làm nghiên cứu sinh hoặc đào tạo sau tiến sĩ ở nước ngoài; thu hút các chuyên gia xuất sắc là người Việt Nam ở nước ngoài hoặc chuyên gia quốc tế đến giảng dạy tại Việt Nam; và cấp kinh phí hỗ trợ thiết lập phòng thí nghiệm và nghiên cứu sau khi các giảng viên trở về.

Hành động trong năm 2025: Bố trí kinh phí (bắt đầu từ năm 2025) hỗ trợ ít nhất 50 suất học bổng tiến sĩ mới cho giảng viên trong và ngoài nước, đồng thời bắt đầu tuyển dụng hơn 40 chuyên gia quốc tế hàng đầu trong các lĩnh vực trọng điểm vào giảng dạy tại các cơ sở GDĐH.

✓ **Quyết định 3: Xây dựng nền tảng “đám mây EDA” cấp quốc gia.** Cung cấp quyền truy cập tập trung với chi phí thấp vào các phần mềm thiết kế chip theo tiêu chuẩn công nghiệp (các công cụ tự động hóa thiết kế điện tử – EDA) cho các cơ sở GDĐH, viện nghiên cứu và công ty khởi nghiệp. Nền tảng EDA được Chính phủ hỗ trợ này sẽ đàm phán mua bản quyền số lượng lớn và vận hành nền tảng điện toán đám mây để các bên dùng chung.

Hành động trong năm 2025: Mua bản quyền phần mềm EDA số lượng lớn và đưa nền tảng đám mây EDA đi vào hoạt động trước cuối năm 2025.

- ✓ **Quyết định 4: Đồng tài trợ các trung tâm đào tạo và phòng thí nghiệm bán dẫn.** Tạo cú huých về đầu tư cơ sở hạ tầng phục vụ phát triển nhân tài bằng cách đồng đầu tư xây dựng các trung tâm đào tạo và R&D quốc gia về bán dẫn. Thông qua mô hình đối tác công – tư (PPP), Chính phủ sẽ đối ứng vốn (ví dụ, 50%–60%) để hình thành các cơ sở hạ tầng trọng yếu; doanh nghiệp đóng góp phần còn lại và cung cấp chuyên môn vận hành.

Hành động trong năm 2025: Cam kết ngân sách trong năm 2025 phục vụ ít nhất ba trung tâm bán dẫn quốc gia, cũng như khởi động hai dự án thí điểm (có thể là dự án về một xưởng sản xuất chip trong đào tạo hay một trung tâm đóng gói tiên tiến) trong năm 2025.

- ✓ **Quyết định 5: Thành lập Cơ quan điều phối quốc gia về nhân tài bán dẫn & công nghệ.** Thành lập một cơ quan điều phối cấp cao về phát triển nhân tài, gồm đại diện từ Chính phủ, doanh nghiệp và giới học thuật, nhằm điều phối chương trình nhân tài quốc gia với mục tiêu liên kết các nỗ lực và thúc đẩy quan hệ đối tác công – tư.

Hành động trong năm 2025: Chính thức ra mắt cơ quan điều phối này trong năm 2025 để thể hiện cam kết của chính phủ.

Thực hiện đồng bộ các giải pháp trên sẽ tạo cú huých lớn cho cỗ máy nhân tài của Việt Nam, đồng thời phát đi tín hiệu mạnh mẽ tới các nhà đầu tư và tới chính nguồn nhân lực của đất nước rằng **Việt Nam “nói là làm” trong lĩnh vực bán dẫn.**

Lộ trình tổng thể đến năm 2035: Mục tiêu và đề xuất

Mặc dù những kết quả ngắn hạn trước mắt là rất quan trọng, tham vọng bán dẫn của Việt Nam vẫn đòi hỏi nỗ lực bền bỉ đến năm 2030 và xa hơn. Cách tốt nhất để đạt được điều này là xây dựng một lộ trình tổng thể đến năm 2035, phù hợp với lộ trình phát triển ngành công nghiệp quốc gia. Lộ trình đề xuất được xây dựng dựa trên những cam kết hiện có của Chính phủ bao gồm các mục tiêu đặt ra cho năm 2030 và hệ thống chính sách hiện hành.

Các nguyên tắc định hướng cho các đề xuất này bao gồm:

- ✓ **Thu hẹp khoảng cách hiện tại, đón đầu nhu cầu tương lai:** Mỗi đề xuất được lựa chọn để vừa giải quyết tình trạng thiếu kỹ năng hiện nay, vừa đón đầu khả năng có thể phát sinh trong tương lai khi Việt Nam vươn lên các phân đoạn giá trị cao hơn trong chuỗi giá trị.
- ✓ **Xây dựng toàn bộ nguồn nhân tài, từ hiện tại đến tương lai:** Các giải pháp vừa củng cố đội ngũ các nhà khoa học, kỹ sư và kỹ thuật viên hiện có, vừa mở rộng số lượng sinh viên tốt nghiệp và người lao động được đào tạo nâng cao.
- ✓ **Tác động đồng thời trên cả ba phương diện khan hiếm:** Các can thiệp được đề xuất nhằm gia tăng biên rộng (tăng quy mô nhân tài đủ tiêu chuẩn), biên sâu (nâng cao mức độ chuyên môn, liên ngành, kiến thức và kỹ năng tiên tiến), và biên tích hợp (kết nối đào tạo – việc làm, từ phòng thí nghiệm đến nhà máy, tích hợp R&D vào đào tạo).
- ✓ **Kết hợp kết quả ngắn hạn với thành quả dài hạn:** Những kết quả sớm, dễ thấy (ví dụ, các khóa đào tạo ngắn hạn, chia sẻ giấy phép EDA,...) sẽ tạo đà và động lực, đồng thời đặt nền móng (ví dụ, phòng sạch, đội ngũ tiến sĩ,...) cho mục tiêu năm 2035.
- ✓ **Rộng quy mô linh hoạt, sẵn sàng cho chương trình “Công nghệ chiến lược” rộng hơn:** Các khuyến nghị hiện tập trung vào lĩnh vực bán dẫn, nhưng mỗi công cụ chính sách đều có thể được mở rộng áp dụng sang các công nghệ chiến lược khác trong tương lai.

Các đề xuất chủ chốt (tóm lược trong Bảng ES-2) nhằm bảo đảm các cơ sở GDĐH, viện nghiên cứu và doanh nghiệp có thể hợp tác hiệu quả và thúc đẩy ĐMST. Các đề xuất này tận dụng cơ hội then chốt và khắc phục các khoảng cách hiện tại vốn là nguyên nhân gây ra thách thức đối với vấn đề nhân tài, bao gồm tình trạng thiếu hụt và khó giữ chân giảng viên, chương trình đào tạo sau đại học chưa phát triển, cơ sở hạ tầng phục vụ giảng dạy và nghiên cứu hạn chế, sự gắn kết giữa doanh nghiệp và cơ sở GDĐH còn rời rạc, kết quả ĐMST và khởi nghiệp còn thấp, hay như việc tích hợp AI trong chương trình đào tạo và nghiên cứu vẫn ở giai đoạn khởi đầu.

Bảng ES-2. Bốn trụ cột can thiệp và các nội dung triển khai chính

ĐỀ XUẤT CAN THIỆP		KHUNG THỜI GIAN*
TRỤ CỘT 1: THẤP LỬA NHÂN TÀI		
1	Chương trình Học bổng bán dẫn (sau đại học): i) học bổng thạc sĩ/tiến sĩ tại các cơ sở GDĐH hàng đầu ở Việt Nam hoặc nước ngoài; ii) kết hợp đào tạo “liên kết” trong nước và nước ngoài; iii) thỏa thuận ràng buộc để làm việc tại Việt Nam sau tốt nghiệp.	NH / TH
2	Nâng cao kỹ năng chuyên sâu & chuyển đổi chuyên môn: i) các khóa đào tạo tăng cường 3-6 tháng do Trung tâm ĐMST Quốc gia, các cơ sở GDĐH trọng điểm và doanh nghiệp tổ chức; ii) các học viện do các tập đoàn công nghệ dẫn dắt; iii) chương trình chuyển đổi chuyên môn cho kỹ sư đang làm việc trong các ngành liên quan; iv) đào tạo nâng cao tại chỗ do các tập đoàn đa quốc gia dẫn dắt với sự hỗ trợ từ Chính phủ.	NH
3	Quỹ/Chương trình phát triển đội ngũ giảng viên ưu tú: i) tài trợ toàn phần đào tạo tiến sĩ ở nước ngoài cho giảng viên trẻ, kèm hỗ trợ kinh phí nghiên cứu khi về nước; ii) chương trình giáo sư thỉnh giảng & thu hút chuyên gia kiều bào; iii) cơ chế khen thưởng dựa trên kết quả về nghiên cứu và cập nhật chương trình giảng dạy; iv) chương trình nghỉ nghiên cứu và giảng dạy để tham gia làm việc thực tế tại doanh nghiệp.	NH / TH
4	Tài trợ cho giảng viên bán dẫn (ươm tạo nhóm nòng cốt): các khoản tài trợ theo cơ chế cạnh tranh cho việc xây dựng phòng thí nghiệm chuyên sâu, kèm kinh phí trang thiết bị và hỗ trợ đào tạo nghiên cứu sinh.	TH / DH
5	Trải nghiệm tại doanh nghiệp – thực tập & học việc: i) chương trình thực tập và học việc có hưởng lương tại doanh nghiệp hoặc phòng thí nghiệm với chi phí hỗ trợ từ Quỹ Hỗ trợ Đầu tư (nếu có thể).	NH
6	Cải cách chương trình đào tạo gắn kết với doanh nghiệp: i) thành lập hội đồng tư vấn liên kết đại học – doanh nghiệp để cập nhật tài liệu tham khảo chương trình hằng năm; ii) tích hợp chứng chỉ về công cụ EDA, các module về phần cứng AI và chuỗi cung ứng; iii) phát triển khóa học và chương trình đào tạo chung giữa các cơ sở GDĐH trọng điểm.	NH
TRỤ CỘT 2 – XÂY DỰNG CƠ SỞ HẠ TẦNG R&D DÙNG CHUNG		
7	“Kho chung” thiết kế & chế tạo mẫu vi mạch cấp quốc gia: xây dựng thư viện giấy phép EDA trung tâm; hệ thống tính toán hiệu năng cao (HPC); kho IP lõi và dịch vụ ghép wafer đa dự án (MPW) đặt tại các trung tâm quốc gia, cho phép cơ sở GDĐH và công ty khởi nghiệp sử dụng.	TH
8	Chương trình nâng cấp phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH: tài trợ theo cơ chế cạnh tranh 5-10 triệu USD cho 5-10 cơ sở GDĐH để nâng cấp phòng thí nghiệm phục vụ đào tạo, kèm kinh phí vận hành bảo dưỡng và đào tạo kỹ thuật viên.	NH

ĐỀ XUẤT CAN THIỆP		KHUNG THỜI GIAN*
9	Cơ sở thí điểm đóng gói và kiểm thử tiên tiến: xây dựng dây chuyền thí điểm 2.5D/3D dùng chung, đồng tài trợ và hợp tác triển khai cùng doanh nghiệp; tích hợp đào tạo nhân lực và R&D ứng dụng; hoàn thành nghiên cứu khả thi vào năm 2026.	TH
10	Đối tác công-tư (PPP) phát triển hạ tầng quy mô lớn: phát triển các trung tâm công nghệ cao và bán dẫn quốc gia với quy mô hoàn chỉnh (hỗ trợ đồng thời các công nghệ quan trọng và mới nổi có sự gắn kết), được tài trợ theo tỷ lệ 50:50 công-tư; dành 10%-15% tổng vốn đầu tư cho gói bảo trì dài hạn.	TH / DH
TRỤ CỘT 3 – THÚC ĐẨY ĐMST GIỮA CƠ SỞ GDĐH-DOANH NGHIỆP-CHÍNH PHỦ		
11	Liên kết tài trợ đối ứng cho R&D: Chương trình thử thách ĐMST bán dẫn sẽ tài trợ cho các dự án hợp tác cơ sở GDĐH – doanh nghiệp theo tỷ lệ đồng tài trợ 50/50; thực hiện thí điểm đợt đầu giai đoạn 2025-2026 với hội đồng chuyên gia quốc tế.	NH
12	Văn phòng chuyển giao công nghệ, quỹ thương mại hóa & phiếu khởi nghiệp: củng cố văn phòng chuyển giao công nghệ tại các cơ sở GDĐH, tài trợ cho giai đoạn chứng minh ý tưởng, và phát hành phiếu (voucher) hỗ trợ khởi nghiệp cho các công ty mới (spin-off).	NH / TH
13	Chương trình VITALS & các trung tâm ĐMST thí điểm: chương trình đồng tài trợ quy mô lớn, liên kết cơ sở GDĐH với doanh nghiệp và doanh nghiệp trong nước với tập đoàn nước ngoài, thúc đẩy lan tỏa công nghệ và tri thức; tập trung đào tạo nâng cao, mở rộng đóng gói tiên tiến và các dây chuyền thí điểm, theo dõi kết quả lan tỏa (liên kết với đề xuất 9 và 10 ở Trụ cột 2).	TH / DH
TRỤ CỘT 4 – QUẢN TRỊ & TÀI CHÍNH HƯỚNG ĐẾN KẾT QUẢ		
14	Hội đồng quản trị nhân tài bán dẫn và công nghệ: i) cơ quan chỉ đạo cao nhất đặt dưới Ban Chỉ đạo Trung ương về khoa học, công nghệ, ĐMST và chuyển đổi số; gồm các bộ ngành, cơ sở GDĐH và doanh nghiệp; ii) một cơ quan điều phối để thống nhất kế hoạch hành động, triển khai và theo dõi tiến độ.	NH
15	Nền tảng tài chính “một cửa”: cổng/nền tảng kỹ thuật số tổng hợp các nguồn tài trợ hiện có; kêu gọi đề xuất kết hợp phát triển nhân tài và ĐMST; áp dụng tỷ lệ đồng tài trợ công – tư linh hoạt, điều chỉnh theo thời gian.	NH

*Ghi chú: Khung thời gian thể hiện thời điểm bắt đầu thực hiện các đề xuất. Ngắn hạn (NH) là khoảng 1–2 năm (2025–2026), trung hạn (TH) là 3–5 năm (2027–2030) và dài hạn (DH) là trên 5 năm (2031–2035), tính từ năm 2025.

Rủi ro và biện pháp giảm thiểu

Không có chương trình nhiều tham vọng nào là không có rủi ro. Chương trình phát triển nhân tài bán dẫn của Việt Nam phải đối mặt với bốn rủi ro chính, nhưng cả bốn đều có thể được giảm thiểu nếu có chuẩn bị trước và hành động kịp thời:

Rủi ro 1: Chảy máu chất xám: Sau khi được đào tạo nâng cao (đặc biệt ở nước ngoài), một số cá nhân có thể chọn rời Việt Nam để tìm cơ hội thu nhập cao hơn, làm suy giảm lực lượng nhân tài trong nước.

Biện pháp giảm thiểu: Áp dụng các thỏa thuận ràng buộc đối với người nhận học bổng. Cùng đó, cải thiện các cơ chế khuyến khích trong nước để thu hút nhân tài quay về, bằng cách tạo ra các vị trí R&D hấp dẫn và lộ trình sự nghiệp rõ ràng tại Việt Nam. Bên cạnh đó, kết nối với các chuyên gia người Việt ở nước ngoài tham gia vào các dự án trong nước, tạo nên vòng “tuần hoàn chất xám”.

Rủi ro 2: Áp lực tài khóa: Quy mô ngân sách công đáng kể dành cho chương trình (khoảng 2 tỷ USD trong giai đoạn 2026–2030) có thể đối mặt với nguy cơ thiếu hụt nếu tình hình kinh tế biến động hoặc ưu tiên của Chính phủ thay đổi.

Biện pháp giảm thiểu: Xác định chương trình này là ưu tiên quốc gia, cam kết ngân sách trung hạn để đảm bảo và duy trì nguồn lực. Thực hiện chương trình theo từng giai đoạn để mở rộng, đảm bảo các cấu phần cốt lõi (học bổng, phòng thí nghiệm trọng yếu) được ưu tiên cấp vốn trước nếu ngân sách bị thắt chặt. Lồng ghép các cơ chế đồng tài trợ từ khu vực tư nhân và tìm kiếm nguồn vốn thay thế (ví dụ, đóng góp từ doanh nghiệp, hỗ trợ của nhà tài trợ,...). Minh chứng cho các thành công bước đầu để duy trì sự ủng hộ chính trị.

Rủi ro 3: Biến động nhu cầu: Suy thoái toàn cầu có thể khiến nhu cầu chip sụt giảm, hoặc một công nghệ đột phá mới có thể tạm thời làm thay đổi nhu cầu nhân lực.

Biện pháp giảm thiểu: Thiết kế chương trình đào tạo linh hoạt, có phạm vi rộng. Nhấn mạnh các kỹ năng nền tảng (ví dụ, nền tảng vững chắc về kỹ thuật điện-điện tử, lập trình, giải quyết vấn đề) – những kỹ năng không bị ảnh hưởng bởi các chu kỳ biến động của ngành. Liên tục cập nhật các chương trình nhân tài để bảo đảm thích ứng với tương lai. Tránh đào tạo quá hẹp, chuyên môn hóa quá mức; duy trì hệ thống đào tạo và phát triển nhân lực linh hoạt, đồng thời thúc đẩy văn hóa học tập suốt đời.

Rủi ro 4: Thiếu sự tham gia từ khu vực tư nhân: Các doanh nghiệp tư nhân có thể không cùng đầu tư hoặc tham gia ở dưới mức độ kỳ vọng do thiếu thông tin, thiếu độ tin tưởng hoặc do các vấn đề riêng khác.

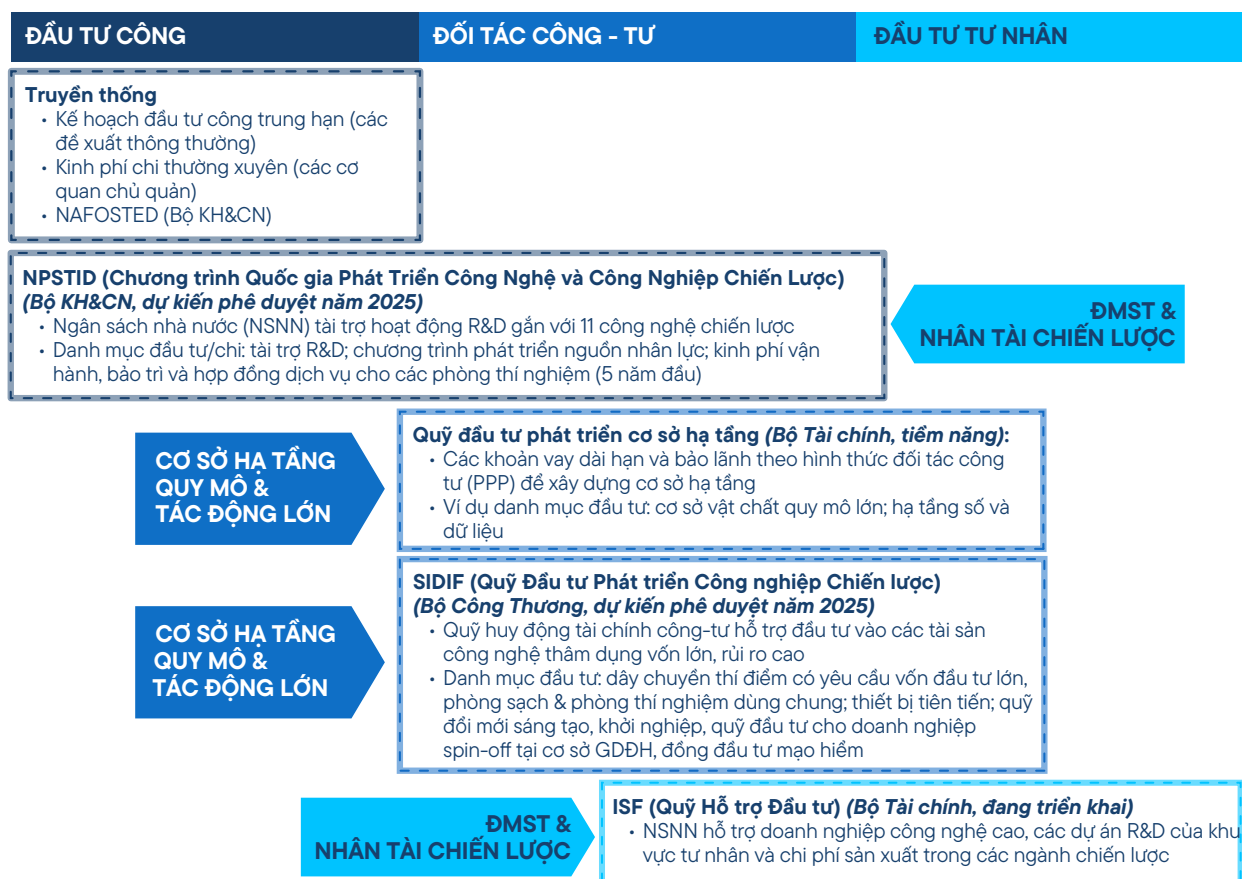
Biện pháp giảm thiểu: Truyền thông rộng rãi về chương trình và các cơ chế khuyến khích thông qua Hội đồng quản trị nhân tài và các hiệp hội ngành. Đơn giản hóa quy trình tham gia cho doanh nghiệp (ví dụ, như đơn giản hóa thủ tục đăng ký nhận tài trợ đối ứng). Nhấn mạnh các kết quả sớm để tạo đà phát triển và củng cố niềm tin.

Triển vọng việc làm so với chi phí ngân sách

Chi tiêu trong tầm kiểm soát: Đầu tư vào nhân tài bán dẫn đòi hỏi nguồn lực tài chính đáng kể, tuy nhiên lợi ích tăng trưởng mà việc đầu tư mang lại sẽ vượt xa chi phí bỏ ra. Tổng nguồn lực thực hiện chương trình ước tính khoảng 2 tỷ USD trong giai đoạn 2026–2030 (bao gồm cả đầu tư công và tư). Số tiền này tương đương khoảng 0,1%–0,2% GDP của Việt Nam mỗi năm – một tỷ lệ có thể “xoay sở” được nếu xét đến tầm quan trọng chiến lược bán dẫn và lợi nhuận kỳ vọng. Với mức nợ công hiện ở mức tương đối thấp, Việt Nam có dư địa tài khóa để hành động ngay.

Lợi tức đầu tư: Đổi lại khoản đầu tư này, Việt Nam có cơ hội xây dựng được một ngành công nghiệp công nghệ cao năng động tạo ra hàng nghìn việc làm chất lượng cao với thu nhập tốt, nâng cao giá trị gia tăng nội địa (giảm phụ thuộc vào nhập khẩu thiết bị và công nghệ tiên tiến) và nâng cao năng suất lao động toàn nền kinh tế nhờ lan tỏa công nghệ. Nên chủ yếu coi các khoản ngân sách chi cho học bổng, đội ngũ giảng viên và phòng thí nghiệm là khoản đầu tư cho tăng trưởng tương lai, không phải chỉ là khoản chi phí.

Hình ES-5. Phân bổ nguồn lực công và tư cho nhân tài bán dẫn và công nghệ



Điểm mấu chốt

Nhân tài trong lĩnh vực bán dẫn và công nghệ sẽ là yếu tố quyết định thành bại cho tham vọng công nghệ cao của Việt Nam. Khác với lao động giá rẻ trong ngành may mặc hay lắp ráp, đều là những lĩnh vực Việt Nam đã tận dụng một cách xuất sắc, ngành công nghiệp bán dẫn đòi hỏi nhân lực có kỹ năng chuyên sâu và năng lực ĐMST liên tục. Trước bối cảnh cơ hội “một đời mới có” này, đôi khi vẫn xuất hiện câu hỏi: **Liệu Việt Nam có đào tạo “quá nhiều” sinh viên ngành STEM trong thời gian quá ngắn?** Bằng chứng quốc tế và chính kinh nghiệm của Việt Nam cho thấy điều ngược lại: rủi ro lớn hơn lại là đào tạo được “quá ít”. Ở mọi bước ngoặt khi Việt Nam nâng tầm tham vọng công nghệ cao, **điểm nghẽn thực sự luôn là tình trạng thiếu hụt kỹ sư và nhà khoa học, chứ chưa bao giờ là thừa.**

PHẦN I.

CƠ SỞ HÀNH ĐỘNG: ĐẦU TƯ VÀO “NĂO BỘ” CỦA NHỮNG “BỘ NÃO”



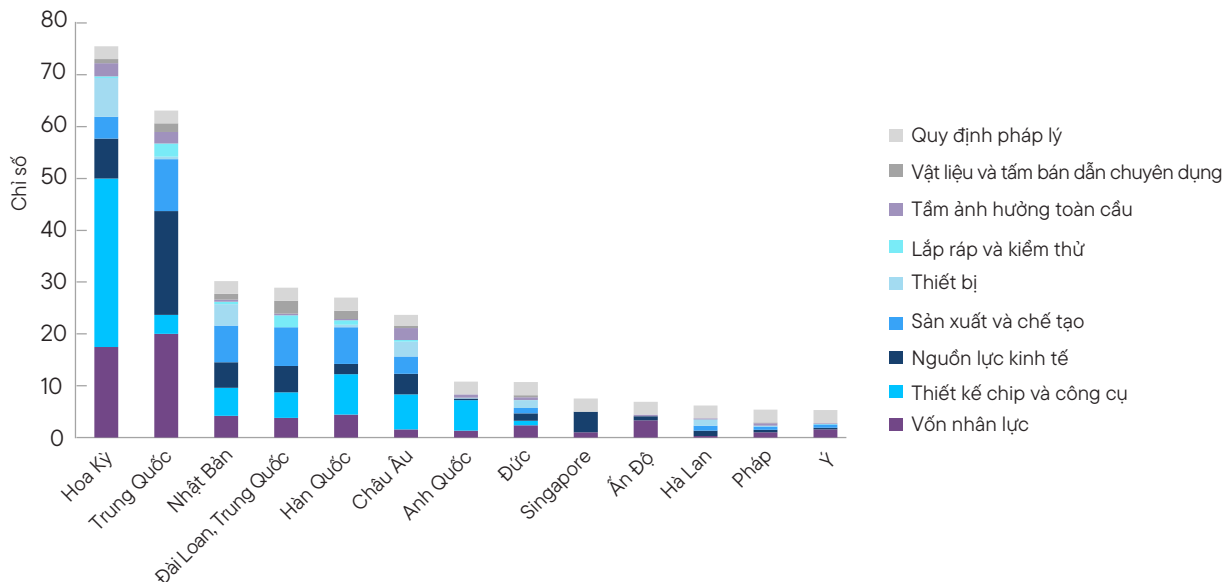
1. THỜI ĐIỂM CỦA NGÀNH BÁN DẪN VIỆT NAM: VƯƠN LÊN NẮC THANG GIÁ TRỊ CAO HƠN

1.1. Bán dẫn, trí tuệ nhân tạo, hội tụ công nghệ và cuộc đua nhân tài công nghệ

Thế giới đang bước vào siêu chu kỳ bán dẫn do trí tuệ nhân tạo (AI) dẫn dắt, thể hiện qua nhu cầu tăng vọt chưa từng có của chip vận hành mọi thứ từ AI tạo sinh đến ô tô điện. Doanh số bán dẫn toàn cầu được dự báo sẽ tăng gấp đôi trong thập kỷ này, vượt mốc 1 nghìn tỷ USD vào năm 2030, chủ yếu nhờ sự phát triển của AI, trung tâm dữ liệu, ô tô điện và việc ứng dụng ngày càng rộng rãi của Internet Vạn Vật (IoT).⁰¹ Các mô hình AI tạo sinh đã gây sốt vào năm 2023, châm ngòi cho một cuộc chạy đua toàn cầu nhằm giành quyền tiếp cận các bộ gia tốc AI tiên tiến (bộ xử lý đồ họa/GPU), khiến nguồn cung khan hiếm và giá cả leo thang. Siêu chu kỳ do AI thúc đẩy này có thể tạo ra tới 15 nghìn tỷ USD giá trị kinh tế và 100 triệu việc làm vào năm 2030 trên tất cả các lĩnh vực – nếu như hạ tầng công nghệ có thể theo kịp tốc độ phát triển. Sức mạnh quốc gia trong các lĩnh vực như AI và bán dẫn sẽ phụ thuộc vào ba trụ cột chính: hệ sinh thái đổi mới sáng tạo (ĐMST), nguồn nhân lực chất lượng cao, và nguồn lực tài chính vững mạnh (Rosenbach và đồng sự, 2025).

AI và công nghệ bán dẫn đóng vai trò trung tâm trong làn sóng hội tụ công nghệ toàn cầu. Hội tụ công nghệ đang diễn ra mạnh mẽ trong năm lĩnh vực công nghệ quan trọng và mới nổi – AI, bán dẫn, sinh học, vũ trụ và lượng tử. Trong quá trình này, tiến bộ ở một lĩnh vực thường tạo ra hiệu ứng lan tỏa, đẩy nhanh sự phát triển ở các lĩnh vực còn lại, đôi khi theo những cách khó lường trước (Park, 2019; Rosenbach và đồng sự, 2025; Anil, 2025): Các mô hình AI thế hệ mới có thể rút ngắn đáng kể thời gian thiết kế chip và tăng tốc quá trình khám phá dược phẩm, hay đột phá trong nghiên cứu lượng tử cũng sẽ mở ra tiềm năng mới cho ngành vật liệu bán dẫn, đặc biệt là cho máy tính thể hệ tiếp theo hoặc các ứng dụng tính toán lượng tử.

Hình 1. Chỉ số công nghệ bán dẫn theo nền kinh tế và các trụ cột nền tảng



Nguồn: Chỉ số Công nghệ trọng yếu và mới nổi của Trung tâm Belfer, Đại học Harvard – Chương trình Quốc phòng, Công nghệ Mới nổi và Chiến lược (truy cập ngày 22 tháng 6 năm 2025).

Ghi chú: Chỉ số được tính bằng phương pháp trọng số, trong đó mỗi trụ cột chính được gán một hệ số phản ánh tầm quan trọng tương đối của từng yếu tố trong công nghệ bán dẫn. Ba trụ cột quan trọng nhất gồm: (i) Thiết kế chip và các công cụ (trọng số 32,5%) đo lường năng lực của một quốc gia trong việc phát triển và định hình các thế hệ chip tiếp theo; (ii) Vốn nhân lực (trọng số 30%) phản ánh chiều sâu và chất lượng của lực lượng lao động trong ngành bán dẫn; (iii) Nguồn lực kinh tế (trọng số 20%) đo lường mức độ sẵn có của nguồn tài chính dành cho hệ sinh thái bán dẫn của quốc gia đó.

⁰¹ Burkacky, O., Dragon, J., & Lehmann, N. (2022, Tháng 1). Thập kỷ bán dẫn: Ngành công nghiệp 1.000 tỷ USD. McKinsey & Company. Thông tin lấy từ <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry>

Chip bán dẫn chính là “bộ não” của mọi công nghệ hiện đại – từ AI, chuyển đổi số cho đến các đột phá công nghệ mới – trong khi nhân tài là “não bộ” phía sau các con chip. Với vai trò là công nghệ nền tảng và hệ sinh thái cốt lõi, bán dẫn được xây dựng dựa trên ba trụ cột chính: công nghệ (thiết kế chip và các công cụ), vốn nhân lực (lực lượng lao động chuyên môn cao và nhân tài về khoa học, nghiên cứu và phát triển – R&D), và vốn đầu tư (nguồn lực kinh tế) (Rosenbach và đồng sự, 2025; BCG, 2022; SIA & BCG, 2020; SIA & BCG, 2021). Năm nền kinh tế Đông Á gồm Trung Quốc, Hàn Quốc, Nhật Bản, Singapore và Đài Loan (Trung Quốc) hiện đều nằm trong nhóm dẫn đầu thế giới về cả công nghệ AI và bán dẫn (Hình 1). Hệ sinh thái ĐMST của các nền kinh tế Đông Á này phát triển mạnh mẽ nhờ số lượng lớn sinh viên tốt nghiệp các ngành khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM), cùng lực lượng đông đảo kỹ sư và nhà nghiên cứu. Để lấy ví dụ, chiến lược phát triển ngành bán dẫn của Singapore đặt trọng tâm vào lực lượng lao động kỹ năng cao, mô hình “vòng quay” nhân tài – ĐMST, hạ tầng hiện đại và liên kết hệ sinh thái chặt chẽ. Cách tiếp cận này đã giúp Singapore chuyển dịch thành công từ sản xuất linh kiện điện tử và bảng mạch sang phân đoạn thiết kế chip và đóng gói tiên tiến.

Các nền kinh tế Đông Á nằm trong top 10 toàn cầu về công nghệ bán dẫn cũng là nơi tập trung 36 trong số 100 cụm khoa học và công nghệ (KH&CN) hàng đầu thế giới – theo Chỉ số ĐMST toàn cầu 2024.⁰² Đáng chú ý, cả năm cụm KH&CN lớn nhất toàn cầu đều nằm tại khu vực này. Trong top 100, Trung Quốc có 26 cụm, Hàn Quốc 4, Nhật Bản 3, Malaysia 1, Đài Loan (Trung Quốc) 1 và Singapore 1 (Hình 2, Bảng 1). Điểm chung của các cụm KH&CN này là thường hình thành xung quanh các trường đại học nghiên cứu hàng đầu – những “mỏ neo” cho nhân tài, nghiên cứu cơ bản và hệ sinh thái khởi nghiệp (xem chi tiết trong Phụ lục 2). Tại Trung Quốc, hai cụm lớn nhất (Thâm Quyển-Hồng Kông-Quảng Châu và Bắc Kinh) xoay quanh các cơ sở giáo dục đại học (GDĐH) trọng điểm gồm Đại học Thâm Quyển, các trường đại học tại Hồng Kông, Đại học Khoa học và Công nghệ Nam Phương (SUSTech), Đại học Thanh Hoa và Đại học Bắc Kinh. Các cơ sở này không chỉ cung cấp phần lớn kỹ sư tốt nghiệp cho cụm KH&CN mà còn thiết lập nhiều phòng thí nghiệm hợp tác với các doanh nghiệp như Huawei, CATL và SMIC. Tại Hàn Quốc, bốn cụm KH&CN hàng đầu cũng gắn liền với các cơ sở GDĐH trọng điểm, tiêu biểu là cụm Seoul-Incheon xung quanh Đại học Quốc gia Seoul cùng với “Thung lũng Công nghệ” của Đại học Yonsei và Đại học Korea.

Hình 2. Đông Á: Top 100 cụm KH&CN hàng đầu thế giới



Đường biên giới, màu sắc, tên gọi và các thông tin khác biểu hiện trên các bản đồ trong báo cáo này không hàm ý bất kỳ đánh giá nào của Ngân hàng Thế giới về vị thế pháp lý của bất kỳ vùng lãnh thổ nào và cũng không thể hiện bất kỳ sự ủng hộ hay chấp nhận nào của Ngân hàng Thế giới về các đường biên giới đó.

Bảng 1. Xếp hạng toàn cầu của các cụm KH&CN

Số cụm KH&CN trong top 100 năm 2024				
	Top 10	Top 20	Top 50	Top 100
Hoa Kỳ	3	6	11	20
Trung Quốc	4	8	15	26
Đài Loan, Trung Quốc	0	0	1	1
Hàn Quốc	1	2	2	4
Nhật Bản	2	3	3	3
Singapore	0	0	1	1
Malaysia	0	0	0	1

Nguồn cho Hình 2 và Bảng 1: Tổ chức Sở hữu Trí tuệ Thế giới (WIPO) – Xếp hạng toàn cầu về các cụm khoa học và công nghệ, 2024.

Ghi chú: Cụm KH&CN được định nghĩa là khu vực địa lý tập trung nhiều nhà sáng chế và nhà khoa học. Hai chỉ số ĐMST được sử dụng để xác định top 100 cụm KH&CN toàn cầu là địa điểm của nhà sáng chế (dựa trên các đơn sáng chế) và địa điểm của các tác giả khoa học (dựa trên các bài báo khoa học xuất bản).

⁰² WIPO (2024). Chỉ số ĐMST toàn cầu 2024: Bảng xếp hạng các cụm khoa học và công nghệ. Thông tin lấy từ <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/2024/science-technology-clusters>

Bảng 2. Tổng quan về cam kết tài chính của Chính phủ, sinh viên tốt nghiệp ngành kỹ thuật/STEM, lực lượng lao động hiện tại trong ngành bán dẫn

Nền kinh tế	Ngân sách cam kết của Chính phủ (thông tin chọn lọc, không phải toàn bộ thông tin)			Sinh viên tốt nghiệp đại học ngành kỹ thuật/STEM hằng năm	Lực lượng lao động hiện tại trong ngành bán dẫn (toàn bộ)
	Ngành công nghiệp/hệ sinh thái	R&D & ĐMST	Phát triển nguồn nhân lực		
Việt Nam ⁰³			1,08 tỷ USD cho bán dẫn (2025-2030) (chưa phân bổ)	148.000 (2023)	Khoảng 14.000 – 17.000 (2025) (*) (Ước tính chi tiết tại Phụ lục 3)
Trung Quốc ⁰⁴	>50 tỷ USD thông qua Quỹ đầu tư ngành công nghiệp bán dẫn (từ 2014)			1,9 triệu (2022), bao gồm 170.000 trong ngành vi điện tử (2022)	570.000 (2022)
Singapore ⁰⁵		18,8 tỷ USD cho NC&PT (2021-2025) thông qua RIE2025 (4 trụ cột về vi điện tử); 748 triệu USD cho cơ sở hạ tầng NC&PT công nghệ sinh học & bán dẫn	75 triệu USD cho thực tập & đào tạo nghề	7.000 sinh viên tốt nghiệp đại học ngành STEM; 2.500 bằng cao đẳng bách khoa (2022)	35.000 (2023)
Hàn Quốc ⁰⁶	246 tỷ USD cho Yongin Semiconductor Mega-Cluster (2023-2024). Dự án bao gồm sáu nhà máy tiên tiến cùng với các nhà cung cấp và các công ty không có nhà máy, với mục tiêu thiết kế một khu phức hợp chiến lược quốc gia năm 2024.		1,2 tỷ USD cho chiến lược K-Semiconductor 2021-2030	130.000 (2020)	180.000 (2021)
Malaysia ⁰⁷			5 tỷ USD cho 60.000 kỹ sư bán dẫn	50.000 (2018) với 10.000 kỹ sư; 15.000 kỹ thuật viên	105.000 (2019)
Đài Loan, Trung Quốc ⁰⁸		10 tỷ USD (2024-2033) – Taiwan Chip-based Industrial Innovation Program		55.000 kỹ sư tốt nghiệp hàng năm (2019 - 2022)	290.000 (2022)
Ấn Độ ⁰⁹	10 tỷ USD thông qua Chương trình Semicon India năm 2022		60 triệu USD dành riêng cho đào tạo nâng cao trong 10 công nghệ trọng điểm thông qua FutureSkills Prime	2,5 triệu (2020); với 850.000 kỹ sư tốt nghiệp (2019)	220.000 bao gồm các ngành công nghiệp liên kế

(*) Toàn bộ lực lượng lao động

⁰³ <https://vir.com.vn/vietnam-commits-108-billion-to-train-50000-semiconductor-engineers-by-2030-110660.html>; Bộ GD&ĐT Việt Nam (2024).⁰⁴ CSIA White Paper 2023 – Quỹ “Big Fund” & Kế hoạch Nhân tài Bán dẫn của Trung Quốc; Báo cáo Sinh viên Tốt nghiệp ngành STEM 2022 – Bộ Giáo dục Trung Quốc.⁰⁵ Bộ Tài chính Singapore – Báo cáo Ngân sách 2025; EDB Singapore – EITM Báo cáo Tiến độ – Hội đồng Phát triển Kinh tế Singapore, 2023; MOE Báo cáo Bảng cấp Sau đại học Singapore 2022 – Bộ Giáo dục; MOM Báo cáo về Nguồn nhân lực bán dẫn 2022 – Bộ Nhân lực, Singapore⁰⁶ KSIA Báo cáo Thường niên 2022 – Hiệp hội Ngành Công nghiệp Bán dẫn Hàn Quốc, 2022; SEMI Thống kê Chương trình Đào tạo lại/Nâng cao kỹ năng Toàn cầu – SEMI, 2023; KSIA Dự báo Nguồn nhân lực 2031 – KSIA, 2022; Korea Times, “Hàn Quốc công bố kế hoạch xây dựng cụm siêu nhà máy chip trị giá 471 tỷ USD tại tỉnh Gyeonggi,” The Korea Times, Jan. 15, 2024. Thông tin lấy từ <https://www.koreatimes.co.kr/business/tech-science/20240115/korea-unveils-plan-to-build-471-bil-mega-chip-cluster-in-yeonggi-province>⁰⁷ Malaysia TalentCorp & Báo cáo PSDC – Chính phủ Malaysia, 2021-25; Cục Thống kê Malaysia Dữ liệu Tốt nghiệp STEM – Chính phủ Malaysia, 2018; “Malaysia thiếu hụt kỹ sư bán dẫn” – Malay Mail, Dec 2023⁰⁸ Executive Yuan – Thông cáo báo chí về Chương trình CBI; Bộ Giáo dục Đài Loan – Thống kê Tốt nghiệp Sau đại học, 2022; Taipei Times: Khoảng trống lao động ngành bán dẫn – Taipei Times & Executive Yuan, 2023⁰⁹ Giáo dục đại học trong lĩnh vực Khoa học và Kỹ thuật – Quỹ Khoa học Quốc gia Mỹ (NSF) (2023); IESA Báo cáo Nguồn nhân lực Bán dẫn 2022 – Hiệp hội Điện tử & Bán dẫn Ấn Độ (IESA), 2022; AISHE 2019 – Số liệu tốt nghiệp kỹ sư tại Ấn Độ – Bộ Giáo dục Ấn Độ; <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1808676>; <https://government.economictimes.indiatimes.com/news/policy/futureskills-prime-meity-nasscom-industrys-joint-initiative-aims-to-create-up-skilling-re-skilling-ecosystem-in-10-emerging-technologies/87383517>;

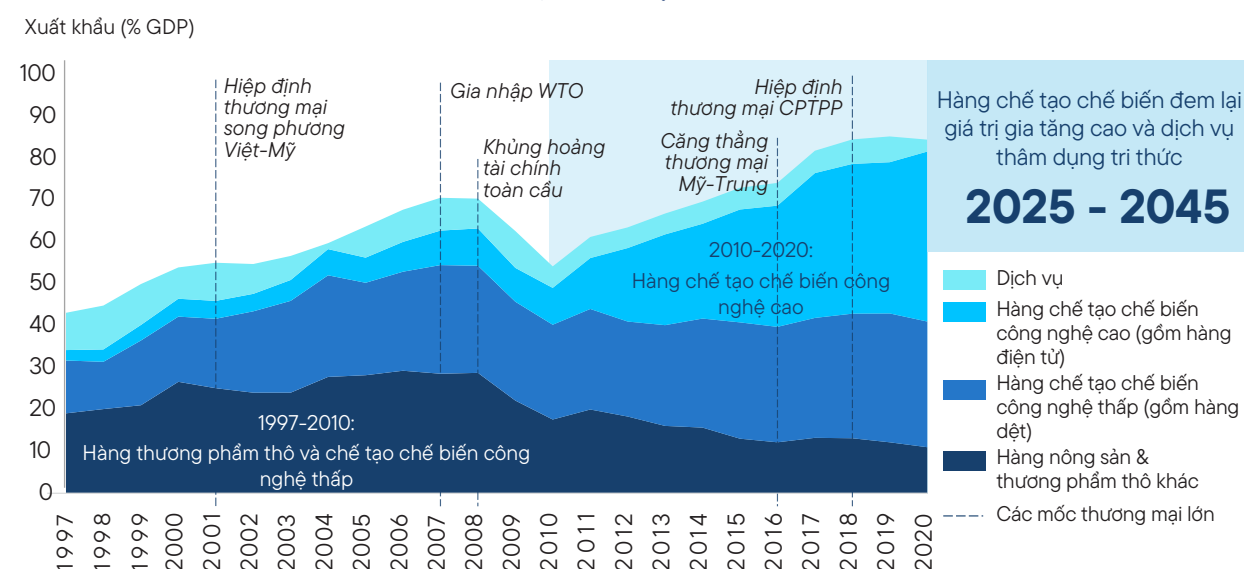
Nhu cầu chip tăng vọt chưa từng có dẫn đến tình trạng khan hiếm nhân lực nghiêm trọng trên toàn cầu – tốc độ tăng nhu cầu nhân tài vượt xa khả năng cung ứng nhân tài. Ngay cả khi đã có các chính sách khuyến khích mới, Hoa Kỳ vẫn dự báo sẽ thiếu khoảng 67.000 lao động bán dẫn vào năm 2030 (SIA & Oxford Economics, 2023). Trung Quốc ghi nhận mức thiếu hụt khoảng 200.000 kỹ sư bán dẫn ngay trong năm 2023 (CCII & CSIA, 2023); Hàn Quốc ước tính sẽ thiếu 54.000 lao động vào năm 2031; trong khi Nhật Bản và một số quốc gia khác cũng đang phải đối mặt với tình trạng thiếu hụt nhân lực kéo dài. Mục tiêu tăng trưởng của ngành bán dẫn – đạt doanh thu toàn cầu 1.000 tỷ USD vào năm 2030 – đang bị rào cản nhân lực đe dọa. Bảng 2 cung cấp thông tin tổng quan về cam kết tài chính của Chính phủ, nhu cầu nhân lực và quy mô lực lượng lao động hiện có tại một số nền kinh tế, cho thấy sự cần thiết phải hành động ngay để thu hẹp khoảng cách nhân tài.

Hơn cả vai trò là một ngành công nghệ then chốt, ngành bán dẫn còn đan xen với nhiều trụ cột trong chiến lược phát triển của một quốc gia như Việt Nam – từ yêu cầu về kỹ năng và tri thức tiên tiến, thúc đẩy ĐMST cho đến thúc đẩy quá trình số hóa trong mọi lĩnh vực. Đây là ngành cùng một lúc thâm dụng cả tri thức, công nghệ và vốn ở mức cao nhất. Thành công trong ngành bán dẫn không chỉ đánh dấu bước tiến quan trọng trong quá trình công nghiệp hóa công nghệ cao mà còn góp phần giúp Việt Nam chuyển mình thành nền kinh tế dựa trên tri thức và ĐMST.

1.2. Ngành bán dẫn của Việt Nam: Điểm khởi đầu

Để đạt được mục tiêu trở thành quốc gia thu nhập cao vào năm 2045, Việt Nam phải một lần nữa chuyển đổi mô hình kinh tế – lần này bằng cách nắm bắt các hoạt động có giá trị gia tăng cao hơn, như các dịch vụ thâm dụng R&D, giá trị cao và sản xuất tiên tiến (Ngân hàng Thế giới, 2024a). Cơ cấu kinh tế của Việt Nam đã chuyển dịch từ khai thác thương phẩm thô và sản xuất sử dụng công nghệ thấp trong thập niên 2000 sang sản xuất linh kiện điện tử công nghệ cao trong thập niên 2010. Giai đoạn phát triển tiếp theo, dự kiến từ 2025 đến 2045, sẽ tập trung vào các ngành sản xuất có giá trị cao và các dịch vụ thâm dụng tri thức, dựa trên ĐMST và lực lượng lao động có kỹ năng, sáng tạo để tiếp tục vươn lên các thang bậc giá trị cao hơn (Hình 3).

Hình 3. Mô hình tăng trưởng xuất khẩu đang thay đổi để Việt Nam đạt được tham vọng trở thành quốc gia thu nhập cao vào năm 2045



Nguồn: Ngân hàng Thế giới (2024a).

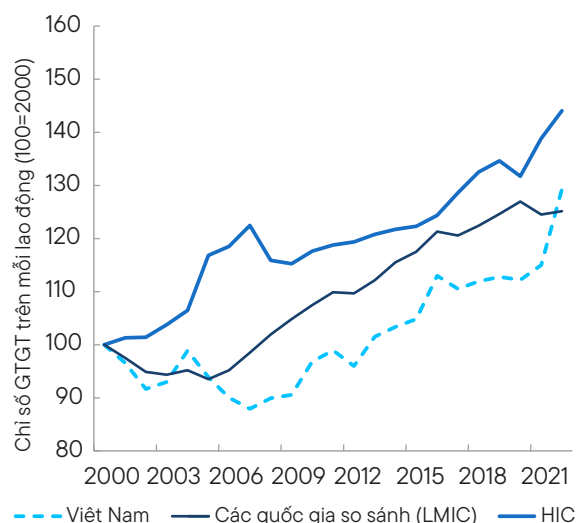
Năng suất lao động ngày càng tăng của Việt Nam trong các ngành dịch vụ thâm dụng tri thức và định hướng ĐMST là một dấu hiệu đầy hứa hẹn cho quá trình chuyển đổi này. Trong hai thập kỷ qua, giá trị gia tăng bình quân trên mỗi lao động trong các ngành dịch vụ thâm dụng tri thức đã tăng trưởng nhanh hơn ở Việt Nam so với các quốc gia cùng nhóm thu nhập trung bình thấp, và đang hội tụ dần với mức của các nền kinh tế thu nhập cao (Hình 4). Sự vượt trội này cho thấy tiềm năng của Việt Nam trong việc bứt phá ở một số ngành công nghiệp tri thức.

Trong lĩnh vực sản xuất công nghệ cao, trong thập kỷ qua, mức xuất khẩu điện tử của Việt Nam đã tăng vọt, vượt ngưỡng 132 tỷ USD tính đến năm 2023, đưa Việt Nam trở thành một trong những nước xuất khẩu điện tử hàng đầu thế giới. Thành tích này phản ánh nền tảng sản xuất vững chắc, nhưng lại che lấp đi thực tế rằng phần lớn kim ngạch xuất khẩu là nhờ có các doanh nghiệp có vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) lắp ráp, trong khi giá trị gia tăng nội địa trong ngành bán dẫn còn hạn chế. Dù vậy, vị thế ngày càng cao của Việt Nam với tư cách là một trung tâm sản xuất đáng tin cậy và mang tính trung lập đang mang lại lợi thế cạnh tranh quan trọng trên thị trường toàn cầu hiện nay. Rất ít quốc gia có cùng trình độ phát triển có thể đạt được sự kết hợp giữa quy mô, ổn định và khả năng cạnh tranh về chi phí như Việt Nam; đây là những yếu tố giúp đặt Việt Nam vào vị thế để thu hút đầu tư vào ngành bán dẫn trong thời kỳ đa dạng hóa chuỗi cung ứng trong ngành.

Tuy có triển vọng và đầy hứa hẹn, vai trò hiện tại của Việt Nam trong các ngành công nghiệp và dịch vụ công nghệ cao vẫn còn hạn chế, tập trung vào các phân đoạn có giá trị gia tăng thấp. Như trong chuỗi giá trị ngành công nghiệp điện tử và thiết bị điện, Việt Nam thường tham gia ở các phân đoạn thấp hơn, chủ yếu là lắp ráp, đóng gói, kiểm thử (công đoạn “hậu kỳ” của sản xuất chip); phân đoạn dịch vụ thiết kế vi mạch hậu kỳ thì Việt Nam chỉ tham gia một phần nhỏ (Hình 5). Trên thực tế, điều này có nghĩa là mặc dù Việt Nam có các cơ sở sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử quy mô lớn (như các nhà máy Samsung), các công đoạn phức tạp như thiết kế vi mạch và chế tạo wafer phần lớn vẫn được thực hiện ở nước ngoài. Ví dụ như tính đến năm 2024, tới 85% kim ngạch xuất khẩu điện tử của Việt Nam là từ các doanh nghiệp có vốn đầu tư nước ngoài, chủ yếu là lắp ráp các linh kiện được thiết kế ở nơi khác (Tổng cục Thống kê, 2025). Doanh nghiệp và lao động trong nước tập trung vào các nhiệm vụ cơ bản ở khâu trung gian, hầu như không tham gia ở các khâu đầu như R&D hay chế tạo công nghệ cao. Nói chung, Việt Nam vẫn chưa thu được phần giá trị gia tăng nội địa đáng kể nào trong ngành bán dẫn – hầu hết các công đoạn tạo giá trị cao (thiết kế tài sản sở hữu trí tuệ – IP, sản xuất quy trình tiên tiến) hiện đang được thực hiện ở nước ngoài.

Các hiệu ứng lan tỏa của ngành bán dẫn: thành công trong ngành công nghiệp bán dẫn sẽ lan tỏa sâu rộng sang toàn bộ nền kinh tế. Đáng chú ý, bán dẫn là một phần của chuỗi giá trị rộng hơn trong ngành công nghiệp điện tử và thiết bị điện – một lĩnh vực mà Việt Nam đã khẳng định vững chắc vị thế là một nhà sản xuất chủ chốt trong 15 năm qua. Thiết kế chip cũng là một phần quan trọng của ngành dịch vụ lập trình máy vi tính. Hệ sinh thái bán dẫn được thiết lập trong nước sẽ hỗ trợ cho các ngành điện tử, AI, viễn thông và các ngành khác phụ thuộc vào chip bán dẫn. Ngành này cũng tạo ra những việc làm được trả lương cao và lan tỏa kiến thức (thông qua mạng lưới nhà cung cấp, các công ty khởi nghiệp, v.v.). Hơn nữa, ngành bán dẫn cũng phù hợp với các mục tiêu chuyển đổi số và an ninh của Việt Nam; việc sở hữu năng lực chip bán dẫn trong nước ngày càng

Hình 4. Năng suất lao động trong các dịch vụ ĐMST

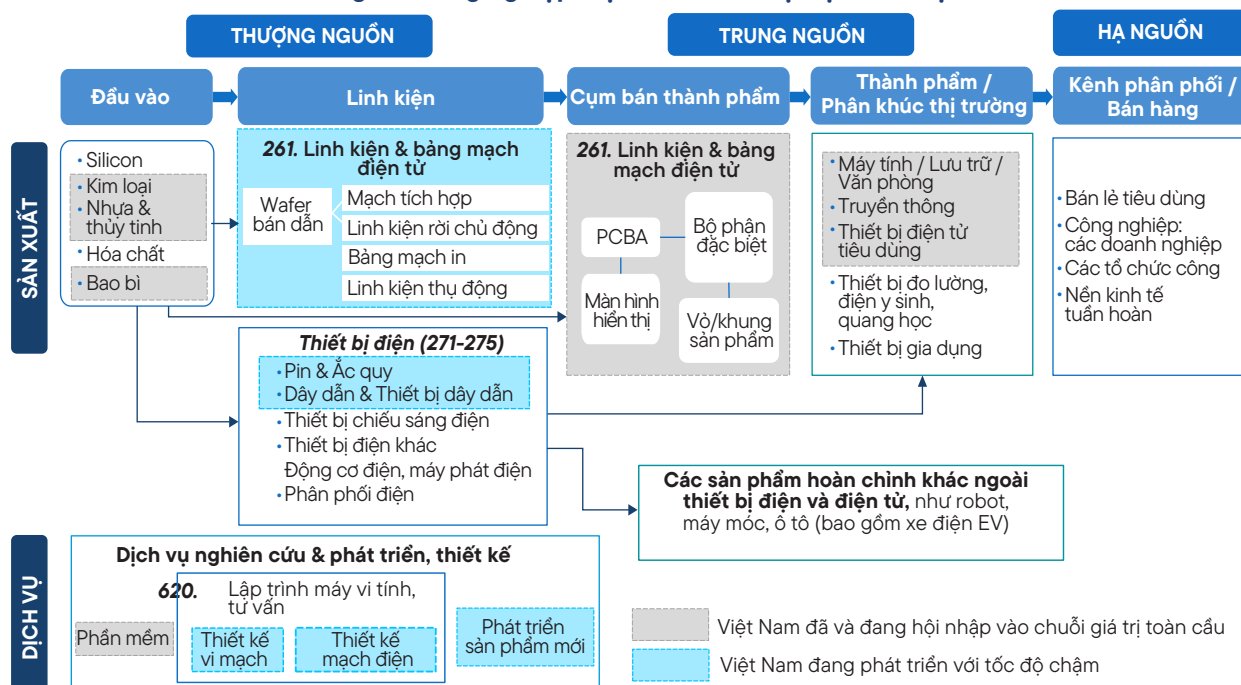


Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp dựa trên Cống dữ liệu về tăng trưởng và việc làm quốc gia (2025).

Ghi chú: HIC là quốc gia thu nhập cao, LMIC là quốc gia thu nhập trung bình thấp, GTGT là giá trị gia tăng.

được coi là một tài sản chiến lược. Kinh nghiệm trong khu vực cho thấy điều này là hoàn toàn khả thi: Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc, thậm chí cả Malaysia đã phát triển từ lắp ráp chip bán dẫn đến thiết kế và đổi mới sáng tạo bằng cách đầu tư có hệ thống vào phát triển nguồn nhân lực và xây dựng năng lực R&D.

Hình 5. Ngành công nghiệp điện tử và thiết bị điện của Việt Nam



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp dựa trên Tập đoàn Tài chính Quốc tế (chưa xuất bản, 2020).

Ghi chú: PCBA là bảng mạch điện tử hoàn chỉnh.

1.3. Ba cửa sổ cơ hội giúp Việt Nam vươn lên vị thế cao hơn trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn

Việt Nam có tiềm năng vươn lên vị trí cao hơn trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn thông qua tăng cường tham gia vào các phân đoạn ngày càng phức tạp: củng cố phân đoạn lắp ráp, kiểm thử và đóng gói (ATP) tiêu chuẩn và thiết kế vi mạch hậu kỳ; tiến tới đóng gói tiên tiến; và mở rộng thiết kế vi mạch, bao gồm nâng cao năng lực thiết kế vi mạch tiên kỳ (Hình 6). Mỗi phân đoạn đem đến cơ hội riêng để đem lại giá trị gia tăng cao hơn và tạo ra việc làm đòi hỏi kỹ năng cao hơn, nhưng chỉ khi chính sách hỗ trợ và phát triển nhân lực theo kịp nhu cầu của ngành. Báo cáo đánh giá ngành bán dẫn tại Việt Nam (Nguyen, Tran, và Bergman, 2025), dựa trên phỏng vấn chuyên sâu với những doanh nghiệp bán dẫn hàng đầu tại Việt Nam như Intel, Marvell và Faraday, đã xác định các “cửa sổ” cơ hội sau cho Việt Nam trong quá trình vươn lên vị trí cao hơn trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn.

Hình 6. Chuỗi giá trị toàn cầu ngành bán dẫn



Lắp ráp, Kiểm thử & Đóng gói: tận dụng nền tảng vững chắc

Sự hiện diện và quy mô của các tập đoàn bán dẫn toàn cầu tại Việt Nam cho thấy vị thế ngày càng được nâng cao của Việt Nam trong phân đoạn sản xuất hậu kỳ. Phân đoạn ATP cơ bản thường là điểm khởi đầu phổ biến khi các quốc gia bắt đầu tham gia vào chuỗi giá trị ngành bán dẫn, và Việt Nam đã khẳng định được chỗ đứng vững chắc ở phân đoạn này. Việt Nam đã thu hút được những khoản đầu tư lớn từ các nhà sản xuất bán dẫn hàng đầu thế giới.

- *Intel* – Nhà máy Intel tại Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) hiện là cơ sở lắp ráp và kiểm thử lớn nhất thế giới của tập đoàn này, với khoảng 6.000 nhân viên. Từ khi đi vào hoạt động năm 2010, nhà máy đã sản xuất hơn 3,9 tỷ sản phẩm và đóng góp hơn 96 tỷ USD vào kim ngạch xuất khẩu. Riêng cơ sở này hiện đóng góp hơn 60% tổng sản lượng lắp ráp và kiểm thử toàn cầu của Intel. Intel cũng đang có kế hoạch mở rộng quy mô và nâng cấp công nghệ tại đây.¹⁰
- *Amkor Technology* – Năm 2023, Amkor khánh thành “nhà máy thông minh” trị giá 1,6 tỷ USD tại Bắc Ninh. Đây là cơ sở hiện đại chuyên về đóng gói hệ thống trong chip (SiP) tiên tiến và bộ nhớ cho các ứng dụng điện tử tiêu dùng và viễn thông. Dự kiến, nhà máy tại Việt Nam sẽ trở thành cơ sở lớn nhất toàn cầu của Amkor (Amkor, 2023).¹¹
- *Hana Micron* – Tập đoàn đóng gói và kiểm thử bán dẫn thuê ngoài (OSAT) hàng đầu của Hàn Quốc đang mở rộng hoạt động tại Bắc Giang, với mục tiêu đưa Việt Nam trở thành trung tâm sản xuất lớn nhất thế giới của mình.¹² Doanh nghiệp hiện tập trung vào lắp ráp vi mạch cho thiết bị di động và phát triển các kỹ thuật đóng gói tiên tiến, được xem là động lực trọng yếu để thúc đẩy tăng trưởng doanh thu trong thời gian tới.

Điều quan trọng không kém là các nhà đầu tư này còn đem đến bí quyết chuyên môn và mạng lưới nhà cung ứng, tạo ra hiệu ứng lan tỏa tích cực cho ngành công nghiệp bán dẫn trong nước. Với lợi thế sẵn có trong phân đoạn ATP, Việt Nam đang sở hữu nền tảng vững chắc để từng bước vươn lên các bậc giá trị cao hơn trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn:

- *Nền tảng OSAT đã dựng sẵn* – Việt Nam đã bước đầu xây dựng được ngành công nghiệp đóng gói và kiểm thử bán dẫn. Các tập đoàn dẫn đầu thị trường như Intel và Amkor sở hữu năng lực đã được chứng minh, có thể chuyển giao sang hoạt động tại Việt Nam khi điều kiện cho phép, từ đó thúc đẩy quá trình tiến tới công nghệ đóng gói tiên tiến. Nền tảng này tạo tiền đề vững chắc để Việt Nam từng bước chuyển sang phân đoạn đóng gói tiên tiến hơn trong tương lai.
- *Lợi thế về nhân lực có kỹ năng và chi phí cạnh tranh* – Việt Nam có lực lượng lao động trẻ, được đào tạo với chi phí cạnh tranh. Ví dụ, kỹ sư bán dẫn có kinh nghiệm tại Việt Nam thường có mức lương chỉ bằng khoảng 50% mức lương kỹ sư tương đương tại Nhật Bản và khoảng 1/8 so với Hoa Kỳ. Nguồn nhân lực dồi dào này rất phù hợp với phân đoạn ATP và đang ngày càng tăng nhờ đầu ra từ các cơ sở GDĐH kỹ thuật và chương trình dạy nghề.
- *Chính sách hỗ trợ của Chính phủ* – Chính phủ tích cực thu hút đầu tư bán dẫn thông qua các chính sách ưu đãi thuế, trợ cấp, và đơn giản hóa thủ tục hành chính. Một số chính sách nổi bật bao gồm miễn giảm thuế thu nhập doanh nghiệp cho các công ty công nghệ cao, hỗ trợ tài chính cho hoạt động đào tạo nâng cao kỹ năng và đào tạo lại nhân lực – thông qua Quỹ Hỗ trợ Đầu tư (ISF), được Chính phủ thành lập năm 2024.

¹⁰ Intel. (2022). Intel tận dụng mạng lưới nhà máy để vượt qua tình trạng thiếu hụt vật liệu nền. Thông tin lấy từ <https://download.intel.com/newsroom/archive/2025/en-us-2022-05-26-intel-taps-factory-network-to-overcome-substrate-shortages.pdf>

¹¹ Amkor. (2023). Amkor khánh thành nhà máy mới nhất tại Việt Nam. Thông tin lấy từ <https://amkor.com/blog/amkor-inaugurates-latest-factory-in-vietnam/>

¹² Government of Vietnam. (2023). Hana Micron của Hàn Quốc đầu tư 1 tỷ USD vào sản xuất chip tại Việt Nam. Thông tin lấy từ <https://en.baohinhphu.vn/south-koreas-hana-micron-to-invest-us1bn-in-viet-nam-chip-production-111231005100656848.htm>

Tận dụng các lợi thế này, Việt Nam có thể tiếp tục củng cố phân đoạn ATP, vừa thu hút thêm các nhà máy mới vừa nâng cấp các cơ sở hiện hữu. Dù nằm ở phân đoạn giá trị thấp hơn trong chuỗi giá trị, ATP vẫn tạo ra số lượng việc làm lớn và giúp Việt Nam duy trì vai trò là đối tác sản xuất đáng tin cậy. Quan trọng hơn, một nền tảng ATP vững chắc sẽ là bàn đạp để chuyển dịch lên các phân đoạn có giá trị cao hơn. Kinh nghiệm tích lũy trong quản lý chất lượng, hậu cần và chuyển giao công nghệ tại các nhà máy ATP đã góp phần hình thành năng lực công nghiệp cốt lõi, tạo tiền đề mở rộng sang các quy trình phức tạp hơn như đóng gói tiên tiến.

Đóng gói tiên tiến: phân đoạn chiến lược mới

Đóng gói tiên tiến là cơ hội để Việt Nam nhay vọt trong lĩnh vực sản xuất, chuyển từ các hoạt động lắp ráp thâm dụng lao động sang quy trình sản xuất thâm dụng công nghệ cao hơn. Phân đoạn mới này biến đổi chuỗi giá trị, biến phân đoạn đóng gói vốn trước đây ít được chú trọng trở thành một mắt xích quan trọng, đòi hỏi công sức R&D lớn trong quy trình chế tạo chip. Khác với đóng gói truyền thống, đóng gói tiên tiến ứng dụng các kỹ thuật như đóng gói 2.5D/3D, tích hợp module vi mạch (chiplet) và đóng gói cấp độ wafer kiểu tòa (fan-out wafer-level packaging), giúp trực tiếp cải thiện hiệu năng và mật độ kết nối trên chip, quản lý tản nhiệt và hiệu suất năng lượng (SIA & BCG, 2021).¹³

Với công nghệ đóng gói tiên tiến, thiết kế và sản xuất bao gói chip đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ hơn bao giờ hết giữa các công ty thiết kế chip, nhà sản xuất (foundry), các hãng OSAT và nhà cung ứng nguyên vật liệu. Quy mô thị trường đóng gói tiên tiến toàn cầu hiện vào khoảng 48 tỷ USD, (tương đương khoảng 8% giá trị toàn ngành bán dẫn), dự báo sẽ tăng gấp đôi vào năm 2030, vượt xa tốc độ tăng trưởng trung bình của toàn ngành. Động lực tăng trưởng chủ yếu là do nhu cầu về bộ gia tốc AI và các dòng chip hiệu năng cao tăng mạnh; đây là những sản phẩm không còn có thể chỉ dựa vào việc thu nhỏ bóng bán dẫn mà cần tích hợp nhiều chiplet trong cùng một bao gói và xếp chồng các khuôn chip theo chiều dọc. Đáp ứng được điều này chỉ có các kỹ thuật đóng gói tiên tiến.

Việt Nam đang đứng trước cơ hội xác định bản thân là trung tâm đóng gói tiên tiến trong khu vực, tiếp nối thành công của nền tảng ATP. Đáng chú ý là Intel hiện đã triển khai nhiều hoạt động R&D quan trọng tại Việt Nam, trong đó có công nghệ đóng gói 3D tiên tiến (Foveros); Amkor Việt Nam cũng đang cung cấp các giải pháp trọn gói từ thiết kế đến kiểm thử điện tử, với trọng tâm ban đầu là đóng gói hệ thống trong chip tiên tiến và sản xuất bộ nhớ phục vụ xuất khẩu toàn cầu.¹⁴ Sự hiện diện của những quy trình tiên tiến ngay trên lãnh thổ Việt Nam là một khởi đầu đầy triển vọng. Tuy nhiên, để thực sự phát huy xu hướng này, Việt Nam cần đồng thời nâng cao kỹ năng của nguồn nhân lực, cơ sở hạ tầng và hệ sinh thái:

- **Phát triển nguồn nhân lực có kỹ năng:** Đóng gói tiên tiến có tính chất liên ngành và đòi hỏi đội ngũ kỹ sư nghiên cứu có trình độ chuyên môn sâu về các lĩnh vực như thiết kế bao gói chip, quản lý nhiệt, khoa học vật liệu,..., đều là những năng lực còn thiếu hụt tại Việt Nam. Các khoảng cách kỹ năng này sẽ được phân tích kỹ hơn ở các phần sau.
- **Tiếp cận cơ sở hạ tầng, công nghệ và trang thiết bị:** Nhiều công đoạn trong đóng gói tiên tiến như liên kết khuôn 3D hay lắp ráp cấp độ wafer đòi hỏi thiết bị hiện đại đắt tiền, phòng sạch đạt tiêu chuẩn và quy trình công nghệ phức tạp; phần lớn doanh nghiệp Việt Nam hiện vẫn chỉ có số lượng ít các yếu tố này. Việc chuyển giao công nghệ từ các hãng OSAT hàng đầu thế giới và đầu tư vào các cơ sở dùng chung (như trung tâm R&D hoặc dây chuyền thử nghiệm đóng gói tiên tiến sẽ được bàn tiếp ở Phần II) là yếu tố then chốt giúp doanh nghiệp trong nước vượt ải học tập.

¹³ BCG. (2024). Đóng gói tiên tiến đang tái định hình ngành công nghiệp sản xuất chip. Thông tin lấy từ <https://www.bcg.com/publications/2024/advanced-packaging-is-reshaping-the-chip-industry>

¹⁴ Intel. (2024). Tìm hiểu về các cơ sở của Intel: Việt Nam. Thông tin lấy từ <https://community.intel.com/t5/Blogs/Intel/We-Are-Intel/Get-to-Know-Intel-Sites-Vietnam/post/1654126>; Amkor. (n.d.). Amkor Technology Vietnam. Thông tin lấy từ <https://amkor.com/amkor-technology-vietnam/>

- **Ưu đãi đầu tư có mục tiêu:** Với đặc thù là phân đoạn vừa đòi hỏi nhiều R&D vừa có tính thâm dụng vốn cao, các chính sách ưu đãi đầu tư từ Chính phủ là rất quan trọng, nhất là đối với các nhà đầu tư trong lĩnh vực đóng gói tiên tiến. Ưu đãi có thể bao gồm hỗ trợ tài chính cho R&D, chi phí xây dựng phòng sạch, mua sắm trang thiết bị hay đào tạo nhân lực cho doanh nghiệp.

Nếu đáp ứng được các điều kiện trên, Việt Nam hoàn toàn có thể thu hút làn sóng đầu tư mới vào lĩnh vực đóng gói tiên tiến, đồng thời khuyến khích các nhà đầu tư ATP hiện tại mở rộng và nâng cấp hoạt động tại Việt Nam. Lợi ích mang lại sẽ rất lớn: đóng gói tiên tiến không chỉ nâng cao hàm lượng giá trị gia tăng trong nước của Việt Nam trên mỗi con chip mà còn tạo ra mối liên kết thượng nguồn và hạ nguồn với các phân đoạn thiết kế chip, nguyên vật liệu, tích hợp hệ thống phụ, qua đó thúc đẩy sự phát triển chiều sâu của ngành công nghiệp bán dẫn trong nước. Quan trọng hơn, làm chủ được đóng gói tiên tiến sẽ giúp Việt Nam bắt kịp xu hướng mới nhất của ngành, chuyển dịch sang kiến trúc tích hợp module vi mạch và tích hợp 3D, qua đó củng cố vị thế của Việt Nam trong các chuỗi cung ứng mới nổi dành cho chip AI và các hệ thống điện toán hiệu năng cao.

Thiết kế vi mạch: nắm bắt ĐMST có giá trị cao

Mở rộng năng lực thiết kế vi mạch là yếu tố then chốt giúp Việt Nam nâng cao hàm lượng giá trị gia tăng trong nước và phát triển hệ sinh thái bán dẫn nội địa. Thiết kế vi mạch nằm ở đỉnh chuỗi giá trị, là phân đoạn thâm dụng tri thức nhất, giữ vai trò trung tâm trong hoạt động ĐMST, bao gồm thiết kế kiến trúc chip, thiết kế logic, tạo ra IP. Lĩnh vực này của Việt Nam đã có những bước phát triển đáng khích lệ trong thập kỷ qua. Hiện cả nước có khoảng 40 công ty thiết kế với hơn 5.600 kỹ sư, và con số này dự kiến sẽ tăng gấp đôi trong 5 năm tới.

Sự hiện diện đồng thời của các công ty quốc tế và trong nước cho thấy hệ sinh thái thiết kế vi mạch đang từng bước trưởng thành, có trình độ chuyên môn ngày càng cao và đa dạng hóa sang nhiều lĩnh vực như AI, truyền thông không dây và thiết kế điện tử tiêu dùng. Một số tập đoàn hàng đầu thế giới đã và đang hoạt động tại Việt Nam: Renesas (Nhật Bản) thiết kế vi điều khiển và hệ thống trên chip (SoC) tại TP.HCM; Qualcomm phát triển chipset di động ở Hà Nội, TP.HCM; Marvell đưa Việt Nam trở thành trung tâm thiết kế lớn thứ ba toàn cầu, sau Hoa Kỳ và Ấn Độ. Các nhà cung cấp công cụ thiết kế vi mạch (EDA) hàng đầu như Synopsys và Cadence cũng đã thiết lập văn phòng và triển khai chương trình đào tạo hợp tác tại Việt Nam. Một số công ty nội địa như FPT Semiconductor, TMA Solutions và Viettel High Tech cũng đang dần lớn mạnh. Bên cạnh đó, nhiều công ty do người Việt sáng lập có trụ sở quốc tế như Savarti, Uniquify và Inphi Corp. cũng hoạt động chủ yếu tại Việt Nam, tập trung vào thiết kế các dòng chip chuyên dụng về quản lý năng lượng và IoT.

Việt Nam hiện sở hữu một số lợi thế cạnh tranh quan trọng, đóng vai trò nền tảng cho các cơ hội phát triển trong lĩnh vực thiết kế vi mạch.

- **Đội ngũ kỹ sư với chi phí cạnh tranh:** Mức lương của một kỹ sư thiết kế chip có kinh nghiệm tại Việt Nam chỉ bằng khoảng một nửa so với đồng nghiệp tại Nhật Bản và thấp hơn nhiều so với thung lũng Silicon.
- **Chính sách hỗ trợ và ưu đãi từ Chính phủ:** Các doanh nghiệp công nghệ cao trong lĩnh vực thiết kế vi mạch được hưởng ưu đãi thuế và mức thuế thu nhập doanh nghiệp ưu đãi; một số dự án R&D cụ thể có thể tiếp cận nguồn tài trợ từ ngân sách nhà nước (NSNN).
- **Chuyển giao tri thức nhanh chóng:** Thông qua đào tạo tại chỗ và chương trình cố vấn, các kỹ sư trong nước đang nhanh chóng nắm bắt các phương pháp thiết kế chip tiên tiến.

Những lợi thế này tạo tiền đề để Việt Nam từng bước khẳng định vị thế trong lĩnh vực thiết kế vi mạch; tuy nhiên, tham vọng của đất nước không chỉ dừng ở việc cung cấp dịch vụ thiết kế hậu kỳ mà còn hướng tới tham gia sâu hơn vào thiết kế tiền kỳ – phân đoạn tạo ra tài sản trí tuệ và các sản phẩm hệ thống trên chip. Các xu hướng toàn cầu đang mở ra nhiều thị trường ngách mà các nhóm thiết kế tại Việt Nam có thể khai thác, ví dụ như nhu cầu vi mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC) tăng vọt do các công ty tìm kiếm giải

pháp tùy chỉnh cho AI, điện toán biên, 5G và các lĩnh vực khác. Thị trường thiết kế trên toàn thế giới đang mở rộng là cơ hội để Việt Nam tham gia sâu hơn vào chuỗi thiết kế toàn cầu bằng cách tập trung vào những mảng phù hợp với thế mạnh đang dần hình thành, như thiết kế vi điều khiển phục vụ AI, chip quản lý năng lượng hay chip cho thiết bị y tế. Đây đều là những hướng đi tiềm năng được xác định trong báo cáo đánh giá ngành bán dẫn tại Việt Nam.

Nếu có được đội ngũ nhân tài phù hợp, phân đoạn thiết kế của Việt Nam có thể mở rộng cả về quy mô lẫn chiều sâu, tạo ra nhiều việc làm kỹ sư lương cao hơn và thúc đẩy năng lực ĐMST nội sinh. Về lâu dài, phân đoạn thiết kế vi mạch vững mạnh cũng sẽ tạo ra hiệu ứng cộng hưởng tích cực với phân đoạn đóng gói và sản xuất tiên tiến; kỹ sư thiết kế trong nước phối hợp chặt chẽ với kỹ sư đóng gói để cùng tối ưu hóa hệ thống chip-bao gói là phương pháp tiếp cận ngày càng cần thiết để nâng cao hiệu năng và giảm chi phí sản xuất, như đã được áp dụng trong thực tiễn “Đồng tối ưu hóa thiết kế và công nghệ” (Design-Technology Co-Optimization – DTCO) tại các doanh nghiệp hàng đầu. Nói cách khác, đầu tư ngay và luôn vào năng lực thiết kế vi mạch không chỉ mang lại lợi ích kinh tế trực tiếp mà còn góp phần định vị Việt Nam vững chắc hơn trong các thang bậc giá trị cao của chuỗi cung ứng bán dẫn, là nơi ĐMST đóng vai trò dẫn dắt.

Bên cạnh đó, Việt Nam cần củng cố hệ thống pháp lý về sở hữu tài sản trí tuệ để thúc đẩy phát triển ngành bán dẫn. Điều này đòi hỏi hoàn thiện luật sáng chế, nhằm bảo vệ tốt hơn các sáng kiến ĐMST trong lĩnh vực bán dẫn và quy trình sản xuất, cũng như đảm bảo cơ chế bảo hộ đầy đủ đối với các loại hình sở hữu tài sản trí tuệ liên quan, bao gồm sáng chế, bí mật thương mại, bản quyền phần mềm và thiết kế bố trí mạch tích hợp bán dẫn. Bên cạnh đó, cần ban hành luật về bí mật kinh doanh để bảo vệ thông tin kỹ thuật trọng yếu; xác định rõ ràng quyền sở hữu đối với phần mềm và công cụ thiết kế; tăng cường thực thi pháp luật thông qua tòa án chuyên trách và kiểm soát hải quan; nâng cao nhận thức cộng đồng về quyền sở hữu trí tuệ; và điều chỉnh luật pháp quốc gia phù hợp với các chuẩn mực quốc tế. Giải quyết đồng bộ các vấn đề này sẽ tạo ra môi trường pháp lý an toàn và hấp dẫn hơn, vừa thúc đẩy ĐMST trong nước, vừa thu hút đầu tư nước ngoài vào ngành bán dẫn của Việt Nam.

1.4. Kết luận: Cân bằng giữa củng cố nền tảng và vươn lên vị thế cao hơn trong chuỗi giá trị

Việc hiện thực hóa các cơ hội nêu trên đòi hỏi Việt Nam phải cân bằng giữa mở rộng nền tảng theo chiều rộng và tập trung đầu tư vào ĐMST trong các thị trường ngách chuyên sâu (Bảng 3). Việt Nam cần tiếp tục củng cố nền tảng ATP là phân đoạn tạo ra số lượng lớn việc làm cho một lực lượng lao động đa dạng, đồng thời đẩy mạnh đầu tư vào các thị trường ngách có lượng R&D cao như đóng gói tiên tiến và thiết kế vi mạch. Phân đoạn ATP có thể tạo hàng nghìn việc làm ở nhiều trình độ kỹ năng khác nhau, giúp hình thành một lực lượng lao động bán dẫn toàn diện. Ngược lại, các phân đoạn như thiết kế vi mạch và đóng gói tiên tiến đòi hỏi đội ngũ nhân lực chuyên sâu, có trình độ kỹ thuật cao với quy mô nhỏ hơn. Việc duy trì sự cân bằng giữa chiều rộng và chiều sâu này là tối quan trọng: một nền tảng ATP vững chắc đảm bảo sự ổn định và quy mô, trong khi các phân đoạn giá trị cao hơn sẽ xây dựng năng lực ĐMST cho Việt Nam.

Việt Nam đã thể hiện rõ quyết tâm chính trị và đang sở hữu những nền tảng ban đầu cần thiết để trở thành một mắt xích quan trọng trong chuỗi giá trị ngành bán dẫn toàn cầu. Dựa trên những thay đổi đột phá gần đây trong việc ưu tiên phát triển KHCN – ĐMST – chuyển đổi số, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực và thúc đẩy khu vực tư nhân, Việt Nam đang đứng trước một thời cơ chiến lược. Để thực sự nắm bắt thời cơ này, cần một nỗ lực đồng bộ và tích hợp, trong đó Chính phủ, các cơ sở GDĐH, các doanh nghiệp và các nhà đầu tư cần phối hợp chặt chẽ, hướng tới mục tiêu chung là phát triển ngành bán dẫn quốc gia. Các phần tiếp theo của báo cáo, dựa trên những cơ hội đã được xác định cho Việt Nam trong chuỗi giá trị toàn cầu, sẽ phân tích sâu hơn về các vấn đề: ở đâu và bằng cách nào nhân tài là điểm nghẽn quyết định, cũng như bản chất của các khoảng cách về kỹ năng trong ngành bán dẫn tại Việt Nam, đặc biệt là những hạn chế từ phía cung nhân lực, với trọng tâm là hệ thống GDĐH.

Bảng 3. Ngành bán dẫn Việt Nam: Cơ hội và thách thức

Hoạt động cốt lõi	Lợi thế so sánh / Cơ hội	Thách thức về nhân tài & thực hiện
ATP – Củng cố nền tảng	- Nền tảng OSAT đã hình thành với các nhà đầu tư lớn (Intel, Amkor, v.v.) - Trung tâm sản xuất có chi phí cạnh tranh, với chính sách hỗ trợ tích cực từ Chính phủ - Dịch chuyển chuỗi cung ứng toàn cầu tạo nhu cầu đa dạng hóa địa điểm ATP	- Cần đào tạo và mở rộng quy mô đội ngũ kỹ thuật viên/kỹ sư - Thiếu đội ngũ quản lý và chuyên gia giàu kinh nghiệm - Cần tăng cường kết nối với nhà cung ứng nội địa và nâng cấp cơ sở hạ tầng phục vụ sản xuất quy mô lớn
Đóng gói tiên tiến – Công nghệ hậu kỳ thế hệ mới	- Tận dụng vị thế sẵn có ở ATP để thu hút các dự án đóng gói 2.5D/3D - Nhu cầu gia tăng trong khu vực đối với tích hợp module vi mạch (chiplet) và giải pháp đóng gói hệ thống trong chip - Lợi thế người tiên phong với các cơ sở đóng gói tiên tiến đã có tại Việt Nam	- Thiếu kỹ sư đóng gói có chuyên môn sâu và nhân sự R&D - Đòi hỏi vốn đầu tư lớn và bí quyết kỹ thuật cho các quy trình mới - Cần thúc đẩy hợp tác giữa doanh nghiệp và cơ sở GDĐH trong đào tạo về vật liệu, quản lý nhiệt, và tích hợp thiết kế
Thiết kế vi mạch – Từ hậu kỳ đến tiến kỳ	- Nguồn sinh viên tốt nghiệp các ngành STEM và nhân tài công nghệ thông tin (CNTT) dồi dào – có tiềm năng chuyển đổi sang thiết kế chip - Ngày càng nhiều công ty thiết kế vi mạch (không tự sản xuất) (fabless) toàn cầu coi Việt Nam là trung tâm thiết kế hiệu quả về chi phí - Chính phủ hỗ trợ tích cực (học bổng, công cụ EDA); nguồn nhân tài người Việt Nam ở nước ngoài có thể hỗ trợ phát triển năng lực thiết kế	- Nguồn cung các kỹ sư thiết kế chip và kiến trúc sư vi mạch giàu kinh nghiệm còn hạn chế - Hệ thống giáo dục và chương trình đào tạo trong nước chưa theo kịp yêu cầu chuyên môn của ngành thiết kế vi mạch - Nhân lực thiết kế thường có trình độ cao (thường cần trình độ thạc sĩ/tiến sĩ), quy mô nhỏ và dễ bị chảy máu chất xám nếu thiếu tăng trưởng R&D nội địa

2. NHÂN TÀI LÀ ĐỘNG LỰC, CŨNG LÀ ĐIỂM NGHẼN

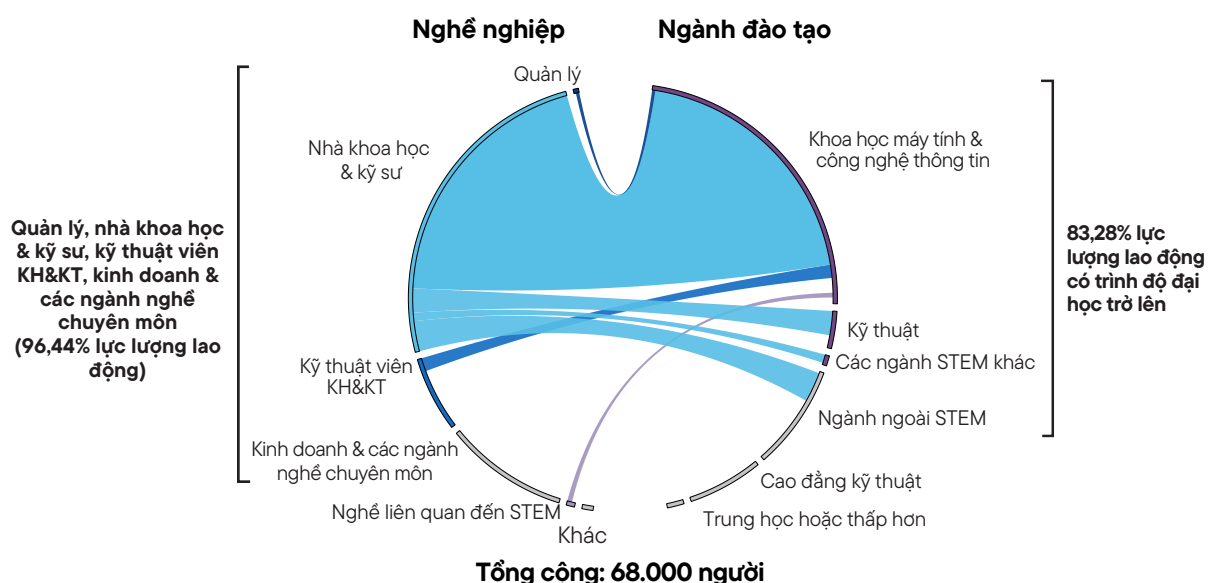
Ngành bán dẫn là một trong những lĩnh vực thâm dụng công nghệ, vốn và tri thức cao nhất, và nhu cầu về nhân tài sẽ tiếp tục tăng mạnh khi Việt Nam vươn lên trên các thang bậc cao hơn của chuỗi giá trị. Phần 2 mở đầu bằng cách đánh giá độ cao “con dốc” nhân tài mà Việt Nam cần vượt qua: từ những yêu cầu về tri thức và kỹ năng trong thiết kế vi mạch, đến khoảng cách ngày càng lớn giữa lực lượng ATP hiện có (vốn còn khiêm tốn) và năng lực sâu-rộng cần thiết để mở rộng thiết kế hậu kỳ, nhảy vọt lên R&D tiền kỳ và hướng tới đóng gói tiên tiến.

Phần đánh giá hiện trạng này sẽ phác họa rõ “ranh giới” nhân tài mà Việt Nam phải vượt qua để hiện thực hóa tham vọng phát triển ngành bán dẫn. Dựa trên dữ liệu điều tra lao động và việc làm (LĐVL), phỏng vấn chuyên sâu với doanh nghiệp và cơ sở GDĐH tại Việt Nam cùng danh sách những yêu cầu về kỹ năng và việc làm từ các công ty bán dẫn hàng đầu thế giới ở thị trường nước ngoài, phần này sẽ lập bản đồ bốn khoảng cách về nhân tài nổi bật (gắn liền với những cơ hội đã được xác định ở Phần 1) và chỉ ra những điểm nghẽn lớn nhất về số lượng, mức độ phù hợp và chất lượng trình độ cao. Phần này cũng xem xét tác động của AI trong việc thay đổi nhu cầu nhân lực cả về số lượng lẫn chất lượng, ảnh hưởng của già hóa dân số đến nguồn cung nhân tài trong tương lai, cũng như lý do hệ sinh thái ĐMST trong tương lai sẽ cần không chỉ kỹ sư mà còn cả doanh nhân khởi nghiệp và nhân lực hỗ trợ.

2.1. Không chip nào có thể thiếu người làm chip: Triển vọng việc làm

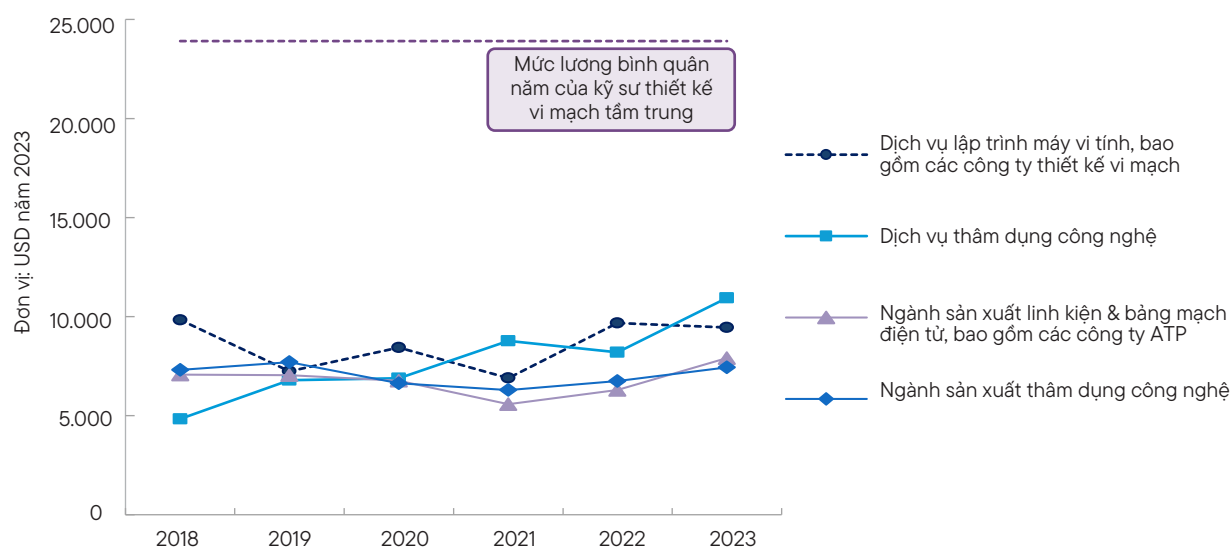
Những cỗ máy tối tân nhất hay ưu đãi thuế hào phóng nhất cũng không thể duy trì một ngành bán dẫn nếu thiếu nhân tài – tức là lực lượng lao động có kỹ năng gồm nhà khoa học, kỹ sư, kỹ thuật viên, chuyên viên kinh doanh, doanh nhân và nhà quản lý. Thực tế này có thể thấy rõ trên phạm vi toàn cầu, đặc biệt đối với lực lượng khoa học và kỹ thuật (KH&KT): các công ty bán dẫn trên toàn thế giới đều đang vật lộn với tình trạng thiếu hụt nhân tài. Vấn đề nằm ở sự chênh lệch cung-cầu – cả về số lượng, chất lượng và kỹ năng cụ thể.

Hình 7. Cơ cấu nghề nghiệp và ngành đào tạo của lực lượng lao động hiện tại trong lĩnh vực dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm các công ty thiết kế vi mạch)



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LĐVL 2023.

Ghi chú: Mẫu phân tích bao gồm lao động nữ 20-55 tuổi và lao động nam 20-60 tuổi.

Hình 8. Mức lương bình quân năm của kỹ sư tầm trung tại Việt Nam theo ngành công nghiệp và dịch vụ, 2018-2023

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LĐVL 2018-2023, ERI SalaryExpert.

Ghi chú: Mức độ thâm dụng công nghệ dựa trên phân loại của OECD. Kỹ sư tầm trung là những người 27-35 tuổi với tối thiểu 4 năm kinh nghiệm.

Các vị trí trong ngành bán dẫn đòi hỏi rất cao về kiến thức và kỹ năng, đặc biệt ở giai đoạn thiết kế. Dữ liệu điều tra LĐVL tại Việt Nam cho thấy rõ điều này: gần 83% lực lượng lao động ngành dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm hầu hết các công ty thiết kế vi mạch) có trình độ đại học trở lên, và gần 90% làm các công việc đòi hỏi kỹ năng cao như quản lý, nhà khoa học, kỹ sư, và kỹ thuật viên trình độ cao (Hình 7). Tương tự như toàn ngành dịch vụ lập trình máy vi tính nói chung, hầu hết các vị trí trong lĩnh vực thiết kế vi mạch đều là công việc kỹ năng cao, yêu cầu nền tảng giáo dục STEM nâng cao và chuyên môn chuyên sâu. Ở phân đoạn lắp ráp và kiểm thử, tỷ trọng kỹ thuật viên và lao động có kỹ năng trung bình cao hơn; tuy nhiên ngay cả trong phân đoạn này, tỷ lệ người lao động có bằng đại học cũng cao hơn mức trung bình ngành chế biến chế tạo cả nước.

Yêu cầu kỹ năng cao dẫn đến mức lương vượt trội cho nhân tài ngành bán dẫn. Kỹ sư và chuyên gia trong ngành – đặc biệt ở lĩnh vực thiết kế vi mạch – thuộc nhóm được trả lương cao nhất trong lĩnh vực công nghệ tại Việt Nam, phản ánh giá trị cao từ kỹ năng của họ. Một kỹ sư tầm trung trong ngành dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm các công ty thiết kế vi mạch) tại Việt Nam luôn có thu nhập cao hơn đáng kể so với đồng nghiệp ở các ngành khác (Hình 8), cho thấy nhu cầu nhân lực mạnh mẽ trong lĩnh vực này. Trong khi đó, mức lương cho kỹ sư tầm trung tại các công ty ATP – đại diện bởi ngành sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử – tuy không cao như trong lĩnh vực thiết kế vi mạch, nhưng vẫn ổn định và cao hơn mức trung bình của tất cả các doanh nghiệp hoặc so với các ngành công nghiệp có hàm lượng công nghệ trung bình hoặc thấp.

2.2. Bốn mô hình khoảng cách nhân tài: Nhu cầu hiện tại và tương lai

Tham vọng phát triển ngành bán dẫn của Việt Nam đang đối mặt với bốn khoảng cách nhân tài rất điển hình; mỗi kịch bản kế tiếp đòi hỏi mức độ chuyên môn sâu hơn, kỹ năng rộng hơn và trình độ đào tạo cao hơn so với lần trước. Các khoảng cách này bao gồm từ kịch bản *hiện trạng* (đáp ứng nhu cầu của ngành bán dẫn trong nước hiện nay) đến ba kịch bản *định hướng tương lai*: mở rộng đáng kể hoạt động thiết kế hậu kỳ, chuyển từ thiết kế hậu kỳ sang tiền kỳ và hướng tới đóng gói tiên tiến. Các khoảng cách đều được xác định và trình bày tương ứng với các cơ hội đã nêu ở Phần 1.

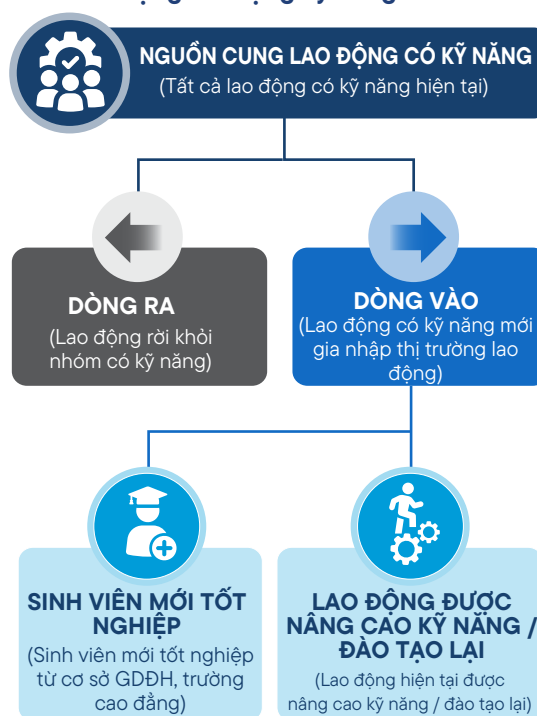
Hiểu một cách đơn giản, kịch bản hiện trạng phản ánh nhu cầu nhân tài hiện tại, còn ba kịch bản còn lại phản ánh nhu cầu tương lai nếu Việt Nam vươn lên trên chuỗi giá trị. Hai khoảng cách đầu tiên được xác định dựa trên nhu cầu hiện nay của ngành bán dẫn tại Việt Nam, sử dụng dữ liệu điều tra LĐVL và yêu cầu tuyển dụng của các công ty bán dẫn đang hoạt động tại Việt Nam, còn nhu cầu cho thiết kế tiền kỳ và đóng

gói tiên tiến được xác định dựa trên yêu cầu tuyển dụng ở các thị trường nước ngoài. Cụ thể, kịch bản 3 dựa trên yêu cầu tuyển dụng của các công ty thiết kế tiền kỳ hàng đầu tại Hoa Kỳ, Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc và Israel (chiếm khoảng 50% thị phần toàn cầu); còn kịch bản 4 dựa trên yêu cầu tuyển dụng của các doanh nghiệp đóng gói tiên tiến tại Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc) và Malaysia (xem mô tả đầy đủ trong Phụ lục 4).¹⁵ Lưu ý rằng ba kịch bản định hướng tương lai này không loại trừ lẫn nhau – nếu Việt Nam đồng thời theo đuổi cả thiết kế tiền kỳ và đóng gói tiên tiến thì các rào cản về nhân tài sẽ kết hợp và nhân lên nhiều lần.

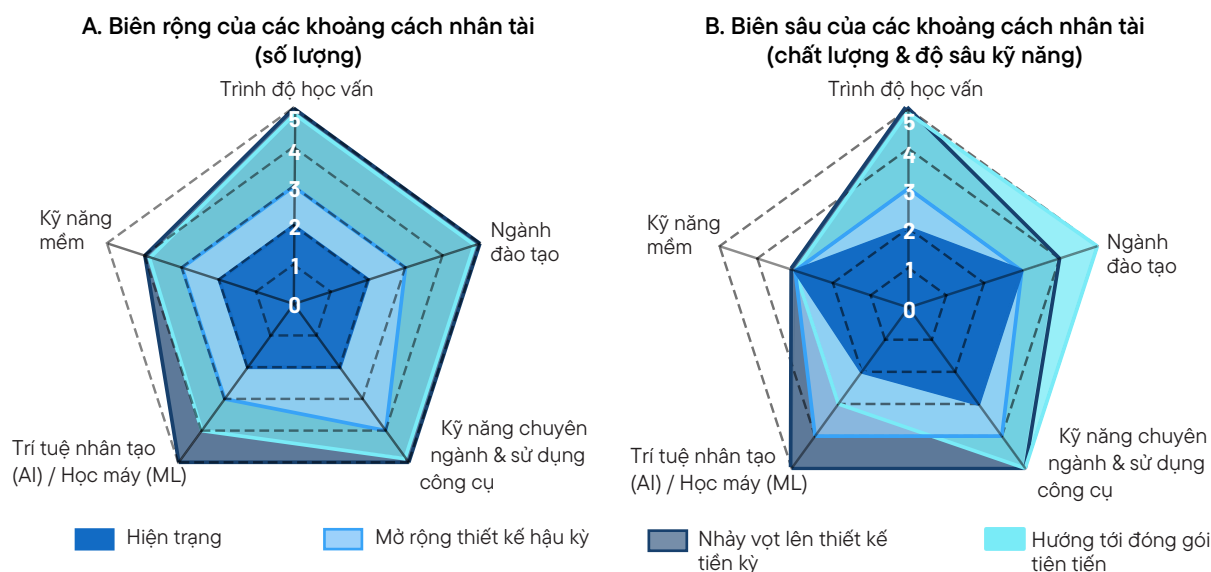
Với mỗi kịch bản, khoảng cách về nhân tài được phân tích trên năm khía cạnh chính về kỹ năng và đào tạo: (i) yêu cầu về trình độ học vấn và đào tạo; (ii) lĩnh vực, ngành đào tạo đang cần trên thị trường; (iii) kỹ năng kỹ thuật và mức độ thông thạo công cụ; (iv) năng lực về phần mềm, bao gồm AI/học máy (ML); và (v) kỹ năng “mềm” và mức độ sẵn sàng làm việc. Phân tích kỹ năng cụ thể – kỹ thuật, kỹ năng mềm, và yêu cầu chuyên môn nêu dưới đây – tập trung vào nhóm kỹ sư mới tốt nghiệp (yêu cầu dưới 2 năm kinh nghiệm) – đối tượng liên quan trực tiếp đến các cơ sở GDĐT (yêu cầu đối với nhóm kỹ sư có kinh nghiệm lâu năm được trình bày trong Phụ lục 5).

Mức độ thách thức về kỹ năng trong từng khía cạnh nêu trên sẽ ngày càng tăng lên (chuyển từ màu xanh sang xanh nhạt/lam ngọc rồi xanh tím than) khi Việt Nam hướng đến các phân đoạn phức tạp hơn trong thiết kế vi mạch và đóng gói (Hình 10). Quan trọng hơn, những khoảng cách này ảnh hưởng đến cả lực lượng lao động hiện có trong ngành và nguồn sinh viên mới tốt nghiệp (Hình 9).

Hình 9. Quy mô hiện có và luân chuyển của lực lượng lao động kỹ năng cao



Hình 10. “Biên rộng” và “biên sâu” của các khoảng cách nhân tài



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp dựa trên đánh giá các kịch bản.

Ghi chú: Thang điểm từ 1 đến 5 ứng với mức độ thách thức/khó khăn tăng dần.

¹⁵ Con số này không bao gồm phân đoạn thiết kế vi mạch trong các công ty Samsung Semiconductors, Intel và TSMC, vì các công ty này thường không công bố doanh thu theo từng phân đoạn cụ thể trong chuỗi giá trị.

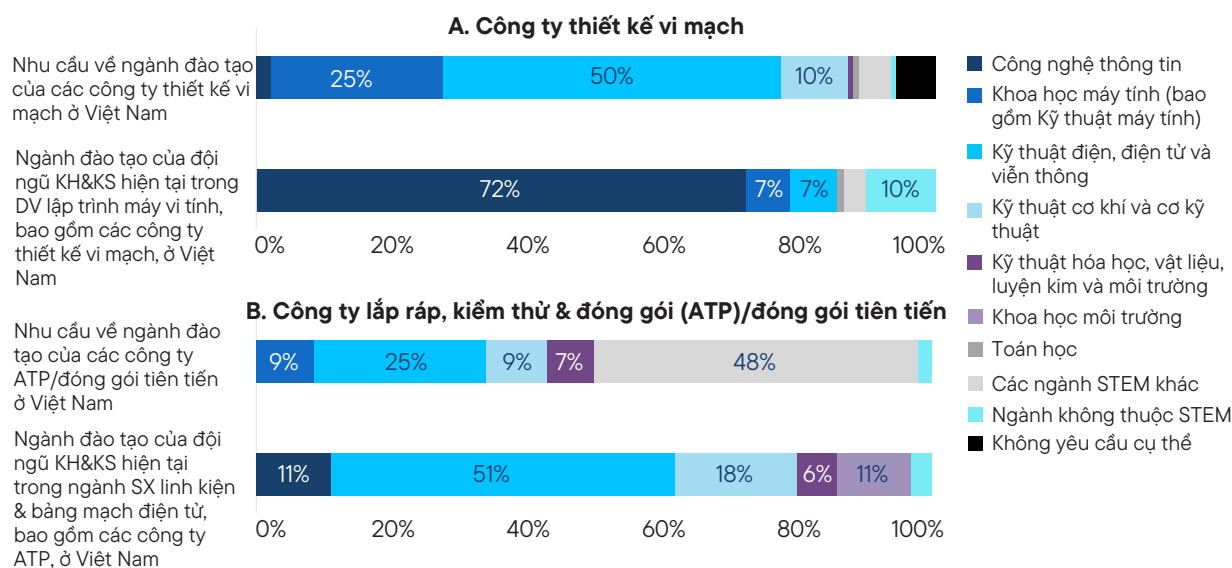
2.3. Kịch bản hiện trạng: Cân bằng cung-cầu về kỹ năng

Thu hẹp khoảng cách kỹ năng trong kịch bản hiện trạng là bước đầu tiên để củng cố nền tảng phát triển của ngành bán dẫn. Thậm chí trong kịch bản hiện tại, khi Việt Nam vẫn chủ yếu tập trung vào ATP và hoạt động thiết kế vi mạch hậu kỳ hạn chế, thì vẫn tồn tại chênh lệch đáng kể giữa nhu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp và nguồn cung nhân lực có kỹ năng. Khoảng cách kỹ năng trong phân đoạn ATP được xác định bằng cách so sánh giữa nguồn cung sẵn có về lực lượng lao động có kỹ năng trong ngành sản xuất linh kiện điện tử và bảng mạch (bao gồm các công ty ATP) với nhu cầu hiện tại từ các công ty ATP đang hoạt động ở Việt Nam. Tương tự, khoảng cách kỹ năng cho thiết kế vi mạch hậu kỳ được đánh giá bằng cách so sánh giữa lực lượng lao động trong ngành dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm các công ty thiết kế vi mạch) với nhu cầu từ các công ty thiết kế đang hoạt động ở Việt Nam (xem Phụ lục 4).

Thứ nhất, có sự chênh lệch đáng kể về ngành đào tạo giữa lực lượng lao động hiện tại và nhu cầu tuyển dụng kỹ sư, nhà khoa học trong lĩnh vực thiết kế vi mạch: số kỹ sư thiết kế có nền tảng điện tử chuyên sâu còn rất hạn chế, trong khi tỷ lệ kỹ sư tốt nghiệp từ ngành CNTT lại chiếm đa số (Hình 11, Bảng A). Cụ thể, nhóm nhân lực có thể tham gia ngay vào các công ty thiết kế vi mạch – lực lượng lao động trong ngành dịch vụ lập trình máy vi tính, bao gồm các công ty thiết kế vi mạch – có gần 3/4 nhân lực tốt nghiệp từ ngành CNTT, trong khi các nhà tuyển dụng chủ yếu tìm kiếm ứng viên tốt nghiệp ngành Kỹ thuật điện – điện tử (khoảng 52%) và Khoa học/Kỹ thuật máy tính (khoảng 24%).

Thứ hai, trong phân đoạn lắp ráp/đóng gói có tồn tại khoảng cách lớn về trình độ học vấn giữa nguồn cung nhân lực và nhu cầu của doanh nghiệp: chỉ khoảng 8% lực lượng lao động trong ngành sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử (bao gồm các công ty ATP) có bằng đại học, trong khi gần 50% vị trí kỹ sư đang tuyển dụng yêu cầu tối thiểu bằng cử nhân (Hình 13). Một điểm tích cực là cơ cấu ngành đào tạo của lực lượng lao động hiện tại (phần lớn là kỹ thuật điện – điện tử và kỹ thuật cơ khí) khá tương đồng với nhu cầu của các công ty ATP (Hình 11, Bảng B). Tóm lại, ngay cả với nhu cầu nhân lực còn “khiêm tốn” ở thời điểm hiện tại, ngành bán dẫn tại Việt Nam cũng chưa được đáp ứng đầy đủ. Nguồn cung nhân tài cần được nâng cao cả về quy mô lẫn mức độ phù hợp (lĩnh vực, ngành đào tạo, kỹ năng) để đáp ứng nhu cầu của doanh nghiệp.

Hình 11. Ngành đào tạo của đội ngũ khoa học và kỹ sư hiện tại trong các công ty bán dẫn so với nhu cầu hiện nay tại Việt Nam



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LĐVL 2023 và yêu cầu tuyển dụng của các công ty bán dẫn tại Việt Nam.

Ghi chú: DV là dịch vụ. SX là sản xuất. KH&KS là khoa học và kỹ sư.

2.4. Mở rộng thiết kế hậu kỳ: Tăng quy mô nhân tài và nâng cao kỹ năng

Kịch bản thứ hai đại diện cho một bước tiến trong chuỗi giá trị: Việt Nam đẩy mạnh hoạt động thiết kế vi mạch hậu kỳ, đồng thời củng cố vị thế hiện có trong phân đoạn ATP. Thiết kế chip hậu kỳ là công việc đòi hỏi kỹ năng cao hơn, kéo theo nhu cầu *tăng mạnh* cả về *số lượng* kỹ sư được đào tạo đúng chuyên ngành lẫn *mức độ phù hợp* giữa kỹ năng và yêu cầu tuyển dụng. Khoảng cách nhân tài trong trường hợp này được đánh giá bằng cách so sánh giữa nguồn cung hiện có (lực lượng lao động có kỹ năng trong cả ngành sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử và dịch vụ lập trình máy vi tính) với nhu cầu nhân lực của các công ty thiết kế đang hoạt động tại Việt Nam khi hoạt động thiết kế hậu kỳ được mở rộng đáng kể (xem thêm trong Phụ lục 4).

Việc mở rộng thiết kế vi mạch hậu kỳ sẽ đòi hỏi lực lượng lao động có trình độ học vấn cao hơn đáng kể. Hiện tại, khoảng 83% lực lượng lao động trong ngành dịch vụ lập trình máy vi tính (bao gồm các công ty thiết kế vi mạch) có bằng đại học trở lên (Hình 7). Để đồng thời duy trì nền tảng ATP và mở rộng sang phân đoạn thiết kế (dù chỉ là thiết kế hậu kỳ) Việt Nam sẽ cần bổ sung một lượng lớn đội ngũ kỹ sư trình độ đại học trở lên để đáp ứng khoảng cách kỹ năng trong Kịch bản 1, cộng thêm vào đó là nhu cầu từ các công ty thiết kế vi mạch là nơi gần 90% nhân lực KH&KT hiện nay có trình độ đại học trở lên (Hình 12, Bảng B). Tuy nhiên, những kỹ sư này không chỉ cần bằng cấp mà còn phải được đào tạo đúng *ngành* và có *kỹ năng* phù hợp.

Về ngành đào tạo, việc mở rộng thiết kế hậu kỳ đồng nghĩa với việc gia tăng tỷ trọng sinh viên tốt nghiệp các ngành kỹ thuật điện – điện tử và các ngành liên quan. Như đã chỉ ra trong Kịch bản 1, nguồn cung nhân lực KH&KT hiện nay cho thiết kế vi mạch vẫn thiên về ngành CNTT. Thêm vào đó, các kỹ sư cũng cần nâng cao mức độ thành thạo với các công cụ EDA và phần mềm thiết kế chip. Hiện tại, kỹ sư mới ra trường ở Việt Nam thường chỉ được tiếp cận các công cụ này ở mức cơ bản; để nâng cao năng lực thiết kế hậu kỳ, chương trình đại học cần tăng cường đào tạo thực hành về kỹ năng thiết kế vi mạch ứng dụng (ví dụ, sử dụng phần mềm vẽ sơ đồ nguyên lý, mô phỏng mạch, thiết kế mạch in – PCB, v.v).

Tóm lại, Việt Nam cần đào tạo thêm nhiều kỹ sư có nền tảng STEM vững chắc, sử dụng thành thạo các công cụ thiết kế, đồng thời từng bước cải thiện tính phù hợp của chuyên ngành cũng như việc đào tạo kỹ thuật. Đáng chú ý là ở giai đoạn này, các yêu cầu kỹ năng tiên tiến (như nghiên cứu chuyên sâu hoặc năng lực AI/ML) từ các công ty thiết kế vẫn còn hạn chế. Kỹ năng mềm như giao tiếp và làm việc nhóm vẫn luôn quan trọng trong các vai trò kỹ thuật, nhưng khoảng cách về kỹ năng mềm không phải là rào cản quá lớn trong kịch bản này. Điều quan trọng là kỹ sư mới tốt nghiệp cần phải sẵn sàng làm việc trong môi trường văn phòng hay phòng thí nghiệm và có khả năng hòa nhập hiệu quả với nhóm thiết kế.

2.5. Nhảy vọt lên thiết kế tiên kỳ: Nâng cao chất lượng, mở rộng nhóm nhân tài

Kịch bản thứ ba - Việt Nam chuyển từ thiết kế hậu kỳ sang thiết kế tiên kỳ - sẽ mở ra một khoảng cách rất lớn về chất lượng nhân tài, phản ánh bước nhảy từ lực lượng kỹ sư thuần túy sang đội ngũ có năng lực thực hiện R&D. Nói cách khác, đây là sự chuyển dịch từ vai trò triển khai và hỗ trợ thiết kế, sang tự đảm nhiệm toàn bộ chu trình R&D cho chip, thiết kế kiến trúc và thiết kế logic hay mạch tiên tiến. Kịch bản này đòi hỏi nguồn nhân lực có trình độ đào tạo *cao hơn*, *kỹ năng sâu và rộng hơn* (bao gồm nhiều lĩnh vực mới và khả năng sử dụng các công cụ tiên tiến), tích hợp kỹ năng về AI/phần mềm, và tư duy ĐMST gắn với định hướng nghiên cứu. Đây chính là hồ sơ năng lực mà Việt Nam cần có nếu muốn thu hút hoặc phát triển các công ty thiết kế vi mạch và tham gia vào phân đoạn thiết kế vi mạch tiên tiến. Phân tích dưới đây so sánh khoảng cách kỹ năng giữa nhu cầu của các công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam với nhu cầu tại các thị trường hàng đầu như Hoa Kỳ, Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc và Israel (xem danh sách các công ty trong Phụ lục 4).

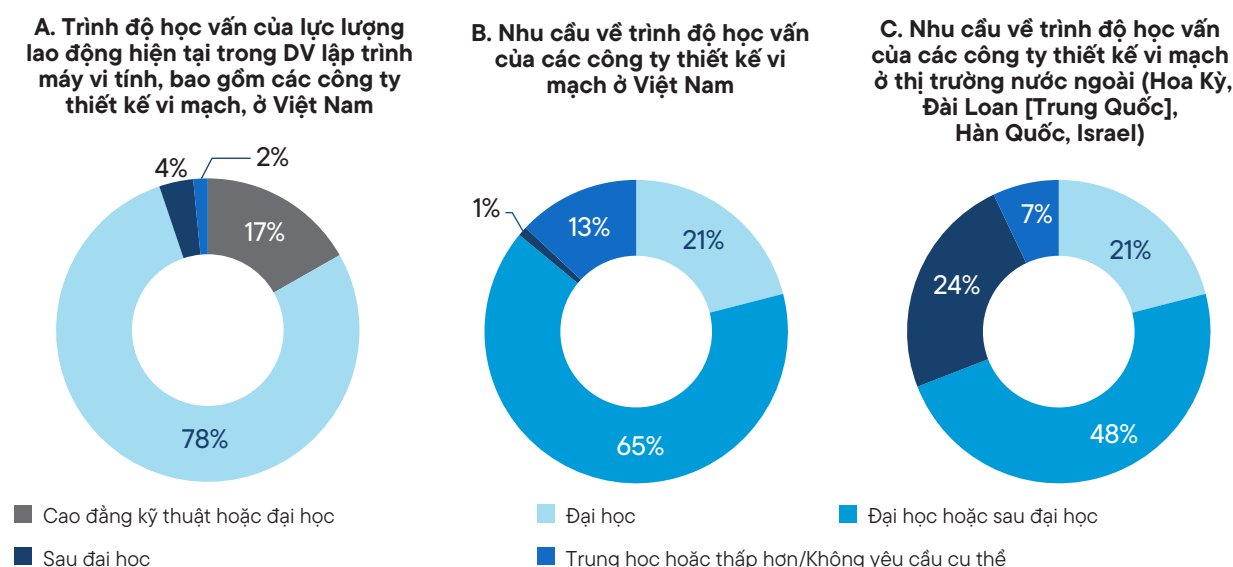
Về chất lượng, khoảng cách này đặt ra thách thức lớn hơn nhiều so với các kịch bản trước: vấn đề không chỉ là số lượng, mà còn là tầm cỡ của tài năng. Yêu cầu về trình độ học vấn tăng lên rõ rệt – các doanh nghiệp thiết kế tiên kỳ hàng đầu thường yêu cầu ứng viên cho vai trò R&D có bằng thạc sĩ hoặc tiến sĩ (Hình 12,

Bảng C). Khoảng một phần ba các vị trí thiết kế cho người mới tốt nghiệp ở các thị trường dẫn đầu yêu cầu bằng cấp sau đại học, trong khi ở Việt Nam, tỷ lệ lực lượng lao động đạt trình độ này hiện chỉ khoảng 4% (trong ngành dịch vụ lập trình máy vi tính). Điều đó cho thấy, để có thể cạnh tranh ở phân đoạn thiết kế tiền kỳ, lực lượng nhân tài của Việt Nam, hiện chủ yếu mới ở trình độ cử nhân, sẽ cần được nâng cao đáng kể về trình độ học vấn, với tỷ lệ chuyên gia trình độ sau đại học cao hơn nhiều.

Các ngành và lĩnh vực đào tạo cần thiết cho phân đoạn thiết kế tiền kỳ cũng sẽ đa dạng và rộng hơn.

Bên cạnh các ngành kỹ thuật điện-điện tử và kỹ thuật máy tính, vốn là nền tảng chính cho thiết kế vi mạch, các lĩnh vực như khoa học vật liệu, vật lý ứng dụng và toán học ngày càng trở nên quan trọng trong phát triển kiến trúc chip, nghiên cứu vật liệu và quy trình mới, cũng như nghiên cứu thiết bị mới. Điều này đồng nghĩa với việc nguồn nhân lực cho ĐMST sẽ không chỉ đến từ các khoa kỹ thuật truyền thống mà còn cần được bổ sung đáng kể từ các khoa khoa học như vật lý, hóa học.

Hình 12. Trình độ học vấn của lực lượng lao động hiện tại so với nhu cầu tuyển dụng của công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam và nước ngoài



Xét về kỹ năng kỹ thuật, kịch bản 3 cho thấy khoảng cách lớn ngay cả đối với sinh viên mới tốt nghiệp có dưới 2 năm kinh nghiệm, đặt ra thách thức lớn đối với các cơ sở GDĐH tại Việt Nam trong việc trang bị cho sinh viên những kỹ năng nâng cao (Bảng 4). Các vị trí thiết kế vi mạch cao cấp đòi hỏi kiến thức chuyên môn sâu hơn về các lĩnh vực như vi kiến trúc, thiết kế vi mạch tương tự (analog design), thiết kế hỗn hợp tín hiệu cũng như thiết kế kết hợp phần cứng-phần mềm. Sinh viên mới tốt nghiệp ở các thị trường dẫn đầu thường được kỳ vọng đã có kinh nghiệm thực hành với toàn bộ quy trình thiết kế chip và các phương pháp *chuyên biệt* – những năng lực mà sinh viên Việt Nam hiện nay còn thiếu hụt. Một kỹ sư mới ở Hoa Kỳ, Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc hay Israel có thể được tham gia toàn bộ quy trình, từ viết mã mô tả logic (RTL) đến thiết kế vật lý hoàn chỉnh để chuẩn bị sản xuất (GDSII), tối ưu thiết kế để đạt công suất và hiệu năng tối ưu cũng như thực hiện kiểm thử ở cấp độ hệ thống sử dụng các bộ kiểm thử tích hợp phức tạp; trong khi đó, kỹ sư mới tại Việt Nam thường chỉ quen với viết mã RTL đơn giản hoặc thực hiện kiểm thử các khối chức năng riêng lẻ. Tương tự, mức độ thành thạo các công cụ EDA tiên tiến và kỹ năng lập trình cũng là điểm khác biệt lớn. Tóm lại, yêu cầu về mức độ thông thạo công cụ kỹ thuật và kinh nghiệm thực tế ở các thị trường dẫn đầu đang cao hơn ở Việt Nam một cách rõ rệt.

Bảng 4. Nhu cầu kỹ năng đối với kỹ sư mới ra trường (dưới 2 năm kinh nghiệm) tại các công ty thiết kế vi mạch

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Bởi các công ty thiết kế vi mạch ở Việt Nam (chủ yếu là thiết kế hậu kỳ)	Bởi các công ty thiết kế vi mạch ở thị trường nước ngoài (Hoa Kỳ, Đài Loan [Trung Quốc], Hàn Quốc và Israel) (chủ yếu là thiết kế tiền kỳ)
Kỹ năng kỹ thuật	Thiết kế mạch số	Kỹ năng logic số cơ bản	Thiết kế vi mạch số nâng cao (ASIC, RTL)
	Thiết kế mạch tương tự & hỗn hợp tín hiệu	Thiết kế mạch tương tự cơ bản ở mức transistor; Hiểu biết cơ bản về các mạch tín hiệu hỗn hợp (op-amp, PLL, LDO)	Thiết kế mạch tương tự ở mức transistor chuyên sâu; Tích hợp toàn diện các mạch tín hiệu hỗn hợp, các mạch tương tự tốc độ cao tiên tiến, ADC/DAC, SerDes, PLL, và thiết kế PHY tiên tiến
	Kiến trúc hệ thống	Không áp dụng	Nhấn mạnh vào kiến trúc cấp hệ thống, bao gồm tích hợp, giao diện và đảm bảo toàn vẹn tín hiệu
	Chế tạo & Quy trình	Kiến thức cơ bản về các quy trình chế tạo bán dẫn	Hiểu biết sâu về các quy trình chế tạo bán dẫn tiên tiến (FinFET, CMOS, BiCMOS)
	Kiểm tra & Thử nghiệm	Mô phỏng mạch ở cấp transistor cơ bản; Kiểm tra cấp mạch	Phương pháp thẩm tra nâng cao (UVM, SystemVerilog); Kiểm tra & xác nhận ASIC
Kỹ năng về công cụ	Công cụ EDA / CAD	Hiểu biết cơ bản về các công cụ Cadence, Synopsys; Trình mô phỏng mạch (Hspice/XA)	Thành thạo nâng cao các công cụ thiết kế (Synopsys, bộ Cadence đầy đủ); Mô phỏng FPGA, công cụ gỡ lỗi
	Kịch bản & Tự động hóa	Kỹ năng viết kịch bản cơ bản (Python, TCL, Perl); Sử dụng môi trường Linux cơ bản	Kỹ năng lập trình và viết kịch bản nâng cao (tự động hóa và kịch bản quy trình) (Python, Perl, TCL, Unix Shell); Trình độ sử dụng Linux chuyên sâu
	Công cụ PCB	Kinh nghiệm thiết kế PCB hạn chế; Kiến thức cơ bản về công cụ nhập bố trí (layout)	Kỹ năng thiết kế PCB nâng cao, thiết kế PCB tốc độ cao; Đảm bảo toàn vẹn tín hiệu và nguồn điện; Tuân thủ yêu cầu khả năng tương thích điện từ (EMC)
Kỹ năng AI/ML	Xử lý dữ liệu & tự động hóa	Lập trình Python cơ bản (xử lý dữ liệu thông thường)	Các mô hình học sâu (TensorFlow, PyTorch); AI tạo sinh (LLM, GAN)
	Ứng dụng AI	Không áp dụng	Xử lý hình ảnh/thị giác máy tính; Tối ưu hóa hiệu năng chip bằng AI
	Khung & Công cụ AI	Không áp dụng	Sử dụng các nền tảng AI tiên tiến (như TensorFlow, PyTorch)
Ngôn ngữ và kỹ năng mềm	Trình độ ngôn ngữ	Khả năng giao tiếp tiếng Anh tốt	Trình độ tiếng Anh nâng cao (tài liệu kỹ thuật, thuyết trình)
	Làm việc theo nhóm và hợp tác	Kỹ năng làm việc nhóm, kỹ năng tương tác cá nhân, tự tạo động lực	Kỹ năng làm việc nhóm và hợp tác (trong các nhóm liên chức năng, đa dạng về địa lý)
	Thích ứng, Tư duy, Lãnh đạo:	Khả năng thích ứng chung	Tính thích ứng và tính độc lập cao; Tư duy phân tích và định hướng mục tiêu rõ rệt; Kỹ năng lãnh đạo vững vàng

Nguồn cho Hình 12 và Bảng 4: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới phân tích dựa trên điều tra LĐVL 2023, các yêu cầu tuyển dụng từ các công ty thiết kế vi mạch (Synopsys Inc., Marvell Technology, Nvidia Corporation, MediaTek Inc., Renesas Electronics, Broadcom Inc., Qualcomm Inc., Ampere Computing, Faraday Technology và Qorvo, Inc.), các công ty thiết kế IP (Arm Holdings plc), và các yêu cầu tuyển dụng liên quan đến thiết kế vi mạch từ Intel Corporation, Samsung Semiconductor và TSMC, truy cập trong tháng 3-4 năm 2025. Dữ liệu cho Renesas Electronics, Ampere Computing, Faraday Technology và Qorvo, Inc. chỉ bao gồm các yêu cầu tuyển dụng tại Việt Nam.

Ghi chú: Lực lượng lao động bao gồm những người có trình độ đại học trở lên trong độ tuổi từ 22 đến 35 (bao gồm cả 22 và 35 tuổi). DV là dịch vụ.

Đáng chú ý là yêu cầu kỹ sư có kiến thức về AI/ML, một “biên kỹ năng” mới trong kịch bản này. Nhiều công ty thiết kế vi mạch tiên tiến hiện yêu cầu kỹ sư phần cứng cũng phải có năng lực AI/ML, chẳng hạn như áp dụng ML để tối ưu hóa mạch hoặc thiết kế bộ tăng tốc AI, còn các công ty Việt Nam thì vẫn chưa đưa AI/ML vào tiêu chí tuyển dụng kỹ sư thiết kế. Đây là một khoảng cách kỹ năng *lớn*: Để tham gia thiết kế tiên kỳ, thế hệ kỹ sư tiếp theo của Việt Nam cần được tiếp xúc đáng kể và có kinh nghiệm thực hành với các khái niệm và công cụ AI/ML (ví dụ như ứng dụng mạng nơ-ron để tối ưu bố trí chip, hoặc dùng AI trong công cụ EDA); những kỹ năng này hiện đều chưa phổ biến trong bộ kỹ năng tiêu chuẩn.

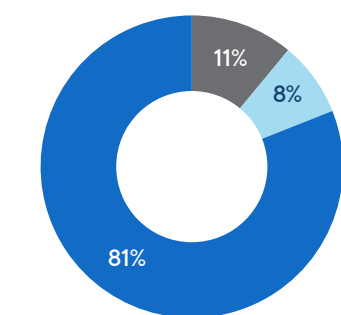
Cuối cùng, yêu cầu về kỹ năng mềm và tác phong làm việc chuyên nghiệp trong môi trường R&D tiên kỳ cũng khắt khe hơn. Nhà tuyển dụng trong nước hiện coi trọng khả năng tiếng Anh và làm việc nhóm, nhưng các nhóm R&D ở nước ngoài chú trọng hơn về những tố chất như khả năng nghiên cứu độc lập, hợp tác đa văn hóa và tư duy sáng tạo trong giải quyết vấn đề. Kỹ sư trẻ tại công ty toàn cầu cũng thường được kỳ vọng chủ động đảm nhận một phần dự án, phối hợp với đồng nghiệp quốc tế và thích nghi nhanh với các vấn đề mới, phức tạp.

2.6. Hướng tới đóng gói tiên tiến: Mở rộng quy mô và nâng cao chất lượng nhóm nhân tài liên ngành

Kịch bản này đặt ra một thách thức nhân tài liên ngành hoàn toàn khác so với thiết kế vi mạch, với khoảng cách nhân lực vừa rộng, vừa sâu, và có tính liên kết đa lĩnh vực. Khoảng cách này xuất hiện khi Việt Nam chuyển từ hoạt động ATP truyền thống sang đóng gói tiên tiến – áp dụng các công nghệ đóng gói và kiểm thử tiên tiến như tích hợp 2.5D/3D, đóng gói ở cấp độ wafer, v.v. Việc thu hẹp khoảng cách không chỉ đòi hỏi tăng số lượng sinh viên tốt nghiệp ở từng lĩnh vực liên quan, mà còn cần một thể hệ kỹ sư có kiến thức giao thoa và tác phong làm việc theo quy trình liên ngành. Điều này đặt ra một thách thức về thể chế: các chương trình đào tạo và doanh nghiệp cần hợp tác ở mức độ chưa từng có để phát triển nhóm nhân tài có bộ kỹ năng “pha trộn” từ nhiều lĩnh vực như vậy.

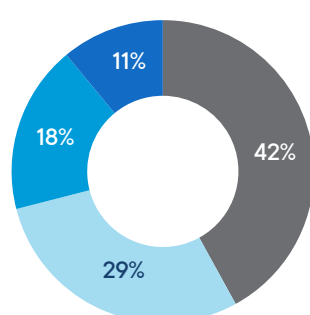
Hình 13. Trình độ học vấn của lực lượng hiện lao động hiện tại so với nhu cầu tuyển dụng của công ty ATP/dóng gói tiên tiến tại Việt Nam và nước ngoài

A. Trình độ học vấn của lực lượng lao động hiện tại trong ngành SX linh kiện & bảng mạch điện tử, bao gồm các công ty ATP, ở Việt Nam



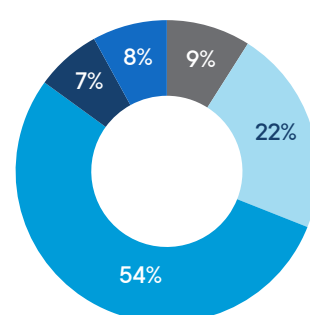
■ Cao đẳng kỹ thuật hoặc đại học
■ Sau đại học

B. Nhu cầu về trình độ học vấn của các công ty ATP/dóng gói tiên tiến ở Việt Nam



■ Đại học
■ Đại học hoặc sau đại học
■ Trung học hoặc thấp hơn/Không yêu cầu cụ thể

C. Nhu cầu về trình độ học vấn của các công ty ATP/dóng gói tiên tiến ở thị trường nước ngoài (Trung Quốc, Đài Loan [Trung Quốc], Malaysia)

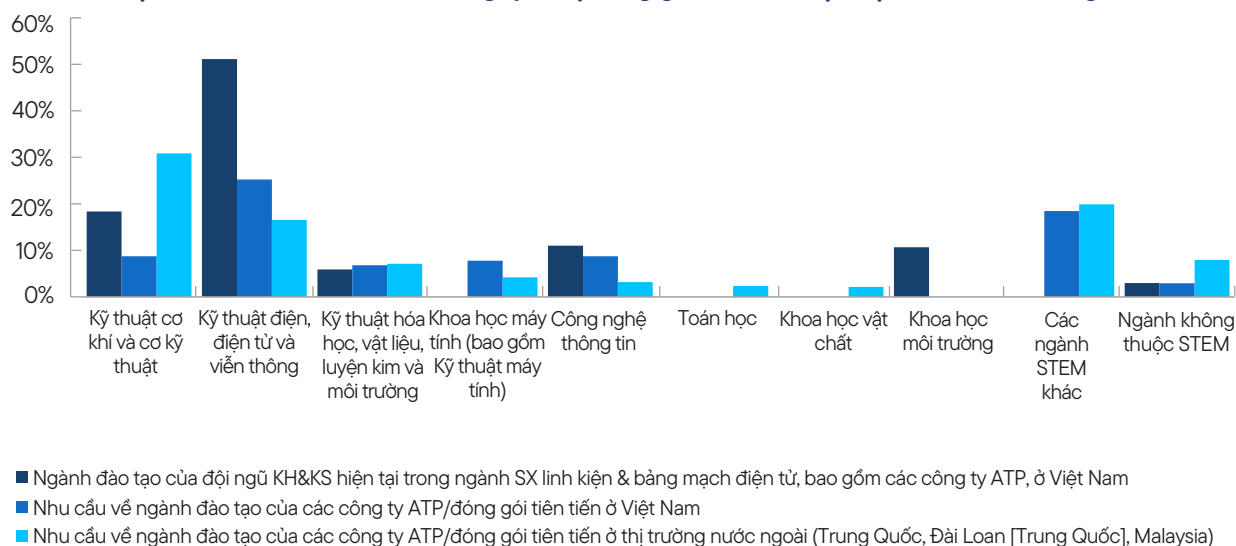


Về trình độ học vấn, phân đoạn đóng gói tiên tiến sẽ cần một tỷ lệ lực lượng lao động có bằng cấp chính quy cao hơn so với ATP truyền thống. Tại các thị trường hàng đầu, các công ty đóng gói tiên tiến thường yêu cầu tỷ lệ kỹ sư có trình độ đại học trở lên (khoảng 83%) cao hơn nhiều so với các công ty ATP hiện tại tại Việt Nam (chỉ gần 47%) (Hình 13). Hiện nay, chỉ khoảng 20% lực lượng lao động tiềm năng cho ATP (từ ngành

sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử) có trình độ học vấn sau phổ thông (bao gồm cao đẳng kỹ thuật hoặc đại học). Do đó, để đáp ứng nhu cầu trong kịch bản này, cần nâng cao trình độ học vấn của lực lượng lao động trong ngành, bao gồm kỹ sư quy trình, kỹ sư vật liệu có bằng cử nhân, và thậm chí cả thạc sĩ hoặc tiến sĩ, để phục vụ R&D về vật liệu và kỹ thuật đóng gói mới (một tỷ lệ nhỏ nhưng không thể bỏ qua các vị trí trong phân đoạn đóng gói tiên tiến ở thị trường hàng đầu đều yêu cầu bằng thạc sĩ hoặc tiến sĩ).

Không kém phần quan trọng là điều chỉnh cơ cấu lĩnh vực/ngành đào tạo nhằm đáp ứng nhu cầu nhân lực cho phân đoạn đóng gói tiên tiến. Đây là lĩnh vực giao thoa giữa nhiều lĩnh vực – cơ khí, vật liệu, hóa học, điện tử, kỹ thuật máy tính và khoa học ứng dụng. Đặc biệt, chuyên môn về kỹ thuật cơ khí/cơ điện tử rất quan trọng trong xử lý các vấn đề về ứng suất nhiệt và lắp ráp chính xác (nhu cầu đối với ngành đào tạo này từ doanh nghiệp nước ngoài còn cao hơn đáng kể – khoảng 32% yêu cầu tuyển dụng) (Hình 14). Tương tự, khoa học vật liệu và kỹ thuật hóa học ngày càng trở nên quan trọng do nhu cầu về các chất nền, chất kết dính chuyên dụng và quy trình chế tạo mới trong đóng gói hiện đại.

Hình 14. Ngành đào tạo của kỹ sư, nhà khoa học hiện tại trong ngành sản xuất linh kiện & bảng mạch điện tử so với nhu cầu của công ty ATP/đóng gói tiên tiến tại Việt Nam và nước ngoài



Nguồn cho Hình 13 và Hình 14: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LĐVL 2023, các yêu cầu tuyển dụng của các công ty ATP/đóng gói tiên tiến đang hoạt động tại Việt Nam và các thị trường nước ngoài (Amkor Technology, Siliconware Precision Industries, Advanced Semiconductor Engineering, Powertech Technology Inc., JCET Group và Hana Micron Vina), cùng các yêu cầu tuyển dụng liên quan đến ATP/đóng gói tiên tiến của TSMC và Intel Corporation, truy cập trong tháng 3–4 năm 2025.

Ghi chú: Lực lượng lao động bao gồm những người có trình độ đại học trở lên trong độ tuổi từ 22 đến 35 (bao gồm cả 22 và 35 tuổi). SX là sản xuất. KH&KS là khoa học và kỹ sư.

Các khoảng cách kỹ năng kỹ thuật cho nhân lực mới (dưới 2 năm kinh nghiệm) trong phân đoạn đóng gói tiên tiến thể hiện chủ yếu ở hai khía cạnh (Bảng 5). Thứ nhất, thiếu *chiều sâu* về kiến thức quy trình và kỹ năng sử dụng công cụ. Các hoạt động ATP trong nước hiện chủ yếu tập trung vào kỹ năng sản xuất chung – vận hành thiết bị gắn linh kiện bề mặt (SMT), bảo trì thiết bị, kiểm soát chất lượng cơ bản, v.v. Ngược lại, đóng gói tiên tiến đòi hỏi kỹ sư có kinh nghiệm với thiết bị và quy trình bán dẫn tiên tiến (ví dụ, kỹ thuật mạ bump trên wafer, kỹ thuật dán/ghép chip, quang khắc chính xác cho đóng gói, phương pháp kiểm thử tiên tiến) và khả năng tích hợp, xử lý lỗi trong các quy trình này. Kỹ sư ở các thị trường hàng đầu thường được yêu cầu có kinh nghiệm thực hành với thiết bị đóng gói và kiểm thử, dụng cụ đo lường tiên tiến cho kiểm soát chất lượng vi mô, cũng như có hiểu biết sâu về tích hợp quy trình bán dẫn. Thứ hai, tương tự như trong thiết kế tiên kỳ, kỹ năng AI/ML cũng ngày càng trở nên quan trọng trong môi trường sản xuất hiện đại. Các công ty đóng gói tiên tiến nước ngoài yêu cầu kỹ sư có kỹ năng phân tích dữ liệu và ML – chẳng hạn, sử dụng AI để tối ưu năng suất hoặc dự đoán việc bảo trì thiết bị.

Về kỹ năng chuyên môn và kỹ năng mềm, kịch bản đóng gói tiên tiến đặt ra thách thức về phối hợp liên ngành. Do bản chất công việc kết hợp các yếu tố của kỹ thuật cơ khí, khoa học vật liệu, điện tử và hệ thống điều khiển máy tính, sự hợp tác hiệu quả giữa các chuyên môn này là rất quan trọng. Điều này đồng nghĩa kỹ sư tương lai phải thành thạo làm việc nhóm mà không có ranh giới chuyên môn. Đây là kỹ năng mà mô hình đào tạo tách biệt theo ngành hiện nay có thể chưa đáp ứng hiệu quả.

Bảng 5. Nhu cầu kỹ năng đối với kỹ sư mới ra trường (dưới 2 năm kinh nghiệm) tại các công ty ATP/đóng gói tiên tiến

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Bởi các công ty ATP/đóng gói tiên tiến ở Việt Nam	Bởi các công ty ATP/đóng gói tiên tiến ở các thị trường nước ngoài (Trung Quốc, Đài Loan [Trung Quốc], Malaysia)
Kỹ năng kỹ thuật	Điện tử / Điện	Vận hành dây chuyền SMT (công nghệ gắn linh kiện bề mặt), quy trình sản xuất điện tử, máy móc tự động, lắp ráp PCB	Sử dụng các thiết bị chuyên dụng trong bán dẫn (thiết bị đóng gói/kiểm thử vi mạch, thiết bị tiên kỳ và hậu kỳ, công nghệ đóng gói quy mô chip ở cấp độ wafer (WLCSP), các quy trình “bumping”)
	Quản lý chất lượng	Cải tiến quy trình, kiểm soát chất lượng, phân tích lỗi, đào tạo nhân viên	Đảm bảo chất lượng bán dẫn, kỹ thuật quy trình trong đóng gói/kiểm thử bán dẫn, tối ưu hóa tỷ lệ thành phẩm, kiểm soát chất lượng
	Hệ thống môi trường và an toàn	Hệ thống sưởi, thông gió và điều hòa không khí (HVAC); xử lý nước thải; máy nén khí; điện; an toàn hóa chất	Chứng chỉ về kiểm soát ô nhiễm không khí hạng A/B, xử lý nước thải; quản lý ESG; chứng chỉ an toàn và vệ sinh lao động
	Kỹ thuật cơ khí	Vận hành và bảo trì thiết bị chung; vận hành thiết bị môi trường	Bảo trì thiết bị bán dẫn (lắng đọng hơi vật lý – PVD, thiết bị quy trình ướt, máy mạ điện, máy khắc, máy bóc lớp cản quang)
	Cơ sở hạ tầng CNTT	Kiến thức chung về cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin; quản lý máy chủ/lưu trữ	Cấu hình hệ thống mạng; an ninh mạng; hệ thống thực thi sản xuất (MES); hệ thống ERP (ví dụ như Oracle/PROMIS); hệ thống truy vấn thông minh
	Kỹ thuật thiết kế	Kiến thức chung về thiết kế “package”; hiểu biết cơ bản về đế (substrate); đọc hiểu dung sai kỹ thuật	Thiết kế đóng gói vi mạch tiên tiến; thiết kế bố trí đế và bảng mạch in (PCB); công nghệ bumping; đóng gói fan-out ở cấp độ wafer; cải thiện tỷ lệ thành phẩm
AI, ML		Không áp dụng	Phân tích dữ liệu, ML, học sâu; ứng dụng thị giác máy tính; sử dụng các bộ công cụ (TensorFlow, OpenCV, Cognex, Halcon, Keras)
Kỹ năng công cụ	MS Office	MS Office	MS Office
	Công cụ CAD	EDA (Cadence), CAM, AutoCAD (sử dụng cơ bản, thiết kế 2D)	AutoCAD (nâng cao, thiết kế 2D & 3D), Cadence Allegro (thiết kế PCB nâng cao), ANSYS (mô phỏng phân tích ứng suất, nhiệt)
	Công cụ lập trình	Quản lý cơ sở dữ liệu cơ bản; các ngôn ngữ lập trình phổ thông	C#, Python, R, SAS, MATLAB, Java, SQL, VBA, ASP. NET
	Hệ thống điều khiển	Vận hành SCADA và CCR (ưu tiên)	Lập trình PLC; các hệ thống MES nâng cao
Kỹ năng ngôn ngữ & kỹ năng mềm	Ngôn ngữ	Giao tiếp tiếng Anh	Giao tiếp tiếng Anh
	Kỹ năng mềm	Kỹ năng tương tác	Làm việc nhóm, giao tiếp hiệu quả, phối hợp, quản lý dự án; giải quyết vấn đề, tư duy phân tích
	Linh hoạt thay đổi	Tính linh hoạt cơ bản cho ca làm việc (không quá nhấn mạnh)	Nhấn mạnh vào luân phiên ca bắt buộc (ca ngày / đêm)

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới phân tích dựa trên các yêu cầu tuyển dụng từ các công ty ATP/đóng gói tiên tiến (Amkor Technology, Siliconware Precision Industries, Advanced Semiconductor Engineering, Powertech Technology Inc., JCET Group và Hana Micron Vina) và các yêu cầu tuyển dụng liên quan đến ATP/đóng gói tiên tiến của TSMC và Intel Corporation, truy cập trong tháng 3-4 năm 2025.

2.7. Nhân tài cho tương lai: AI, tinh thần khởi nghiệp và già hóa dân số

AI định hình lại khoảng cách về nhân tài trong thiết kế chất bán dẫn

Tự động hóa nhờ AI trong thiết kế hậu kỳ đang thu hẹp biên rộng của nhu cầu nhân lực, tức là cần ít người hơn cho các công việc lặp lại nhưng đồng thời lại tăng nhu cầu đối với các vai trò kết hợp với AI tạo ra giá trị gia tăng cao. Xu hướng này có thể có tác động lớn đến những quốc gia kỳ vọng tăng trưởng dựa trên các dịch vụ thiết kế hậu kỳ mang tính lặp lại. Những tiến bộ gần đây về AI cho EDA đang tự động hóa nhiều công việc thiết kế hậu kỳ vốn trước đây cần cả đội ngũ kỹ sư đông đảo. Các công cụ như Synopsys DSO.ai và Cadence Cerebrus sử dụng ML để khám phá không gian thiết kế và tối ưu bố trí mạch, hoàn thành các nhiệm vụ mà trước đây thường mất hàng tuần thao tác trực tiếp. Theo Synopsys, công cụ AI của họ đã được sử dụng trong hơn 100 dự án tape-out (giai đoạn hoàn thiện thiết kế để chuyển sang sản xuất chip) (tại Samsung và SK Hynix), giúp tăng năng suất thiết kế cấp độ khối (block-level) đáng kể.^{16,17} Khả năng đảm nhiệm các công việc lặp lại của AI có nghĩa là các công ty có thể đạt được mục tiêu thiết kế với đội ngũ nhỏ hơn. Nói cách khác, tự động hóa đang làm giảm nhu cầu nhân lực cho các vai trò thiết kế mang tính lặp lại.

Đồng thời, biên sâu của nhu cầu nhân lực đòi hỏi năng suất cao hơn và các kỹ năng mới, kỹ sư phải có năng suất và kỹ năng ngày càng tăng. AI giúp tăng hiệu quả công việc nhưng cũng làm thay đổi bản chất công việc: kỹ sư giờ đây phải giám sát và định hướng công cụ AI, phân tích kết quả do AI tạo ra và xử lý các tình huống ít gặp, phức tạp mà AI chưa giải quyết được, ví dụ như vai trò của kỹ sư thiết kế hậu kỳ đang chuyển từ tự tay bố trí mạch sang chọn lọc các giải pháp do AI tạo ra và tinh chỉnh các yêu cầu kỹ thuật thiết kế. Trên thực tế, điều này đòi hỏi kết hợp kiến thức chuyên môn truyền thống với năng lực sử dụng thành thạo các công cụ AI/ML mới. Các công ty như Synopsys và Microsoft dự báo một mô hình làm việc mới (*AgentEngineer*) trong đó kỹ sư con người cộng tác với tác nhân AI, đòi hỏi thay đổi sâu rộng về quy trình làm việc và quản lý tri thức nhằm tận dụng tối đa tiềm năng của AI.¹⁸

Trong khi đó, thiết kế tiền kỳ vẫn chủ yếu do con người dẫn dắt và đòi hỏi trình độ chuyên môn sâu, trái ngược với thiết kế hậu kỳ vốn đã phần nào qua tự động hóa nhờ AI. Các vai trò thiết kế tiền kỳ, bao gồm kiến trúc hệ thống, vi kiến trúc (thiết kế chức năng cấp cao), thiết kế logic/RTL và thiết kế vi mạch tương tự/hỗn hợp, hiện chưa thể tự động hóa nhờ AI.¹⁹ Những công việc này đòi hỏi khả năng quyết định sáng tạo về kiến trúc, so sánh thuật toán phức tạp và trực giác kỹ thuật dựa trên nền tảng hiểu biết sâu về vật lý và mạch điện. Đặc biệt, việc thiết kế vi mạch tương tự khó tự động hóa do thiếu các quy tắc tối ưu hóa có hệ thống, nên nhà thiết kế con người thường phải dựa vào trực giác chuyên sâu và quá trình tinh chỉnh lặp đi lặp lại; các công cụ AI hiện nay chưa thể mô phỏng việc này một cách hiệu quả. Ngay cả trong thiết kế số tiền kỳ như xác định kiến trúc bộ xử lý mới hoặc viết mã RTL tối ưu, AI có thể làm hỗ trợ nhưng vẫn không thể thay thế được sự hiểu biết có hệ thống của kiến trúc sư hay khả năng sáng tạo cần thiết để đưa ra giải pháp mang tính đột phá.

Do đó, nhu cầu nhân tài ở khâu thiết kế tiền kỳ vẫn tập trung vào các kỹ sư trình độ cao, thường có bằng sau đại học và kinh nghiệm nghiên cứu. Tại Hoa Kỳ, Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc và các trung tâm thiết kế chip hàng đầu khác, gần 1/3 số kỹ sư thiết kế tiền kỳ có bằng thạc sĩ hoặc tiến sĩ; các công ty hàng đầu thường yêu cầu bằng cấp cao cho vai trò R&D. Điều này phản ánh yêu cầu kiến thức chuyên sâu – các lĩnh vực như kiến trúc chip hoặc thiết kế analog/tần số vô tuyến đòi hỏi kiến thức liên ngành (khoa học máy tính, kỹ thuật điện-điện tử, vật lý, toán), vượt xa nội dung đào tạo trong chương trình kỹ sư thông thường.

¹⁶ Wilson, R. (2023). Thiết kế chip hỗ trợ AI tiếp tục phổ biến. Thông tin lấy từ <https://www.electronicdesign.com/technologies/eda/article/21261479/electronic-design-ai-assisted-chip-design-continues-to-catch-on>

¹⁷ Synopsys. (2024). Copilot: Trí tuệ nhân tạo sinh tạo cho thiết kế chip. Thông tin lấy từ <https://www.synopsys.com/blogs/chip-design/copilot-generative-ai-chip-design.html>

¹⁸ Synopsys. (2024). Công nghệ AgentEngineer: Đổi mới quy trình làm việc kỹ thuật. Thông tin lấy từ <https://www.synopsys.com/blogs/chip-design/agentengineer-technology-transforming-engineering-workflows.html>

¹⁹ Synopsys. (2024, April 30). Công cụ thiết kế IC tương tự: Phiên thảo luận SNUG. Thông tin lấy từ <https://www.synopsys.com/blogs/chip-design/analog-ic-design-tools-snug-panel.html>

Tinh thần khởi nghiệp cho sự phát triển của hệ sinh thái bán dẫn nội địa

Một ngành công nghiệp bán dẫn phát triển không chỉ cần đội ngũ thiết kế chip và kỹ sư quy trình mà còn cần các doanh nhân có thể chuyển hóa các đột phá công nghệ thành mô hình kinh doanh hiệu quả. Trình độ về cả kỹ năng lẫn tư duy của một kỹ sư trong việc chuyển ý tưởng thành các giải pháp thực tiễn, dù trong công ty khởi nghiệp hay tập đoàn lớn, là chìa khóa tạo nên lợi thế cạnh tranh trong nền kinh tế tri thức hiện nay. Việc đào tạo tinh thần khởi nghiệp trang bị cho sinh viên khả năng tận dụng công nghệ không chỉ để xây dựng sản phẩm mà còn rèn luyện năng lực giải quyết các vấn đề thực tế với tác động xã hội tích cực, đồng thời trao quyền cho các nhà nghiên cứu học cách đưa sáng chế từ phòng thí nghiệm ra thị trường, rút ngắn con đường từ khám phá đến ứng dụng. Trên thế giới, các trường kỹ thuật hàng đầu đều có khóa học khởi nghiệp dưới dạng khóa học độc lập hoặc tích hợp trong chương trình đào tạo nhằm xây dựng văn hóa khởi nghiệp vững mạnh trong sinh viên và giảng viên và thúc đẩy hợp tác đa ngành và phát triển kỹ năng lãnh đạo, sáng tạo, giao tiếp và giải quyết vấn đề.

Nhưng các nhà sáng lập, xuất thân thường là nhà khoa học và kỹ sư, cũng cần được hỗ trợ bằng nhân lực tài năng bổ sung và các dịch vụ đi kèm. Ví dụ sự phát triển của Đài Loan (Trung Quốc), được xây dựng dựa trên nền tảng một “lực lượng lao động tài năng, chủ yếu là kỹ sư” và tại một công ty chuyên thiết kế vi mạch hàng đầu, nơi mà khoảng 80% nhân viên có bằng kỹ sư trình độ cao. Trung Quốc đại lục hiện có hơn 3.600 công ty thiết kế vi mạch. Ấn Độ đang đào tạo 85.000 kỹ sư thiết kế vi mạch thông qua chương trình *Chips-to-Startup* thúc đẩy hệ sinh thái thiết kế vi mạch còn non trẻ của họ. Tương lai ngành công nghiệp cũng phụ thuộc vào đội ngũ quản lý có kỹ năng, chuyên gia vận hành dự án, nhân sự chuỗi cung ứng, đội ngũ kinh doanh và hỗ trợ CNTT – những người có vai trò chuyển ĐMST thành sản xuất thực tế và thành công thương mại. Kinh nghiệm thực tế cho thấy các công ty bán dẫn hàng đầu rất chú trọng phát triển các bộ phận hỗ trợ phi kỹ thuật (chương trình phát triển riêng cho marketing, bán hàng, tài chính,...) song song với đội ngũ kỹ thuật.

Già hóa dân số và sức ép lên nguồn nhân lực bán dẫn

Sau khoảng năm 2036, sự chuyển đổi nhân khẩu sẽ thu hẹp lực lượng lao động trẻ của Việt Nam. Lực lượng lao động đang già hóa có thể gây áp lực lên năng lực ĐMST; ngay cả các quốc gia công nghệ hàng đầu cũng đang lo tìm người thiết kế chip thế hệ tiếp theo khi đội ngũ kỹ sư nòng cốt của họ dần lớn tuổi (McKinsey 2024).²⁰ Giai đoạn “dân số vàng” của Việt Nam dự kiến kết thúc vào khoảng năm 2036, đánh dấu bước chuyển sang giai đoạn dân số già (World Bank 2021).²¹ Tỷ lệ người cao tuổi sẽ tăng nhanh ngay sau đó, thậm chí trong mức tăng nhanh nhất toàn cầu. Sự thay đổi cơ cấu dân số này có thể kìm hãm đà tăng trưởng của lực lượng lao động có kỹ năng đúng vào thời điểm nhu cầu nhân tài công nghệ đang bùng nổ, tạo rủi ro cho tham vọng phát triển ngành bán dẫn và công nghệ của Việt Nam.

Các vai trò thiết kế vi mạch có xu hướng do người trẻ đảm nhiệm, do đặc thù vòng đời công nghệ ngắn và yêu cầu kỹ năng chuyên sâu. Các công việc chủ chốt trong ngành bán dẫn, đặc biệt là thiết kế vi mạch tiên kỳ, kiểm thử xác minh và các vai trò kỹ thuật R&D khác, thường do các chuyên gia trẻ tuổi đảm nhiệm, do chu kỳ đổi mới nhanh và yêu cầu kỹ năng cao. Duy trì năng lực thiết kế chip tiên tiến đòi hỏi phải liên tục bổ sung những tài năng trẻ thành thạo các công cụ và kỹ thuật mới nhất. Cấu trúc nhân lực trẻ này thúc đẩy ĐMST nhưng cũng dễ bị suy yếu nếu nguồn cung kỹ sư trẻ dần suy giảm theo thời gian.

Đã xuất hiện những tín hiệu cảnh báo quốc tế về tình trạng già hóa đội ngũ kỹ sư trong ngành bán dẫn tại Đài Loan (Trung Quốc), Hàn Quốc và Hoa Kỳ. Tại Hoa Kỳ, khoảng một phần ba số lao động ngành bán dẫn

²⁰ McKinsey & Company. (2024). Cách các công ty bán dẫn có thể thu hẹp khoảng trống nhân tài ngày càng mở rộng. Thông tin lấy từ <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/how-semiconductor-companies-can-fill-the-expanding-talent-gap>

²¹ VNExpress. (2024, March 3). Già hóa trước khi thịnh vượng: Thách thức của Việt Nam. Thông tin lấy từ <https://e.vnexpress.net/news/perspectives/aging-before-prosperity-vietnam-s-challenge-4829652.html>

²² Tuổi Trẻ News. (2024, April 20). Vietnam likely to end golden population period in 2036: Experts. Thông tin lấy từ <https://news.tuoitre.vn/vietnam-likely-to-end-golden-population-period-in-2036-experts-10377677.htm>

hiện trên 55 tuổi, dấy lên lo ngại về việc thay thế lực lượng lao động sẽ nghỉ hưu trong những năm sắp tới.²³ Các hãng sản xuất chip lớn của Hàn Quốc thậm chí đã triển khai chương trình giữ chân chuyên gia kỳ cựu quá tuổi nghỉ hưu thông thường, để “những kỹ sư lớn tuổi nhưng xuất sắc không bị buộc phải nghỉ việc”, cho thấy mối lo lực lượng kỹ sư trẻ bị thu hẹp. Đài Loan (Trung Quốc) cũng đang vật lộn với tình trạng suy giảm nguồn cung kỹ sư trẻ, trong bối cảnh tỷ lệ sinh thấp nhất thế giới và quá trình già hóa dân số diễn ra nhanh chóng.²⁴

Già hóa dân số có thể ảnh hưởng khác nhau đến thiết kế và sản xuất chip. Già hóa lao động sẽ tác động đến hai phân đoạn này theo những cách khác nhau. Thiết kế vi mạch (đặc biệt là các công việc kỹ thuật tiên kỳ và R&D) có tính sáng tạo cao, đòi hỏi khả năng liên tục cập nhật kỹ năng, vốn thường là thế mạnh của lao động trẻ. Ngược lại, sản xuất chip có thể hưởng lợi từ kinh nghiệm chuyên sâu của các kỹ sư và kỹ thuật viên thâm niên; các kỹ sư quy trình kỳ cựu đóng vai trò chủ chốt trong việc duy trì chất lượng sản xuất và hướng dẫn nhân viên trẻ. Tuy nhiên, một số vị trí trong phân đoạn sản xuất vẫn yêu cầu thể lực tốt hoặc làm việc theo ca kíp liên tục, là điều người lao động lớn tuổi khó có thể đáp ứng. Vậy là ngay cả lĩnh vực sản xuất cũng cần có nguồn cung lao động trẻ ổn định.

Kết luận: cân bằng nhu cầu nhân tài hiện tại và tương lai

Để lấp khoảng cách kỹ năng cho hiện tại và sẵn sàng cho tương lai, Việt Nam phải cân bằng giữa việc củng cố kỹ năng nền tảng và thúc đẩy chuyên môn hóa năng động. Thứ nhất, một nền tảng vững chắc gồm cử nhân STEM (đặc biệt trong các ngành điện tử, kỹ thuật máy tính và khoa học ứng dụng) là điều kiện cơ bản. Nhưng khi tiến lên các phân đoạn đòi hỏi R&D chuyên sâu hơn trong thiết kế và đóng gói tiên tiến, Việt Nam cần hình thành lớp kỹ năng thứ hai: chuyên môn kỹ thuật sâu hơn, năng lực phân tích và nghiên cứu mạnh hơn, cùng tư duy ĐMST. Thứ hai, tính chất công việc trong ngành bán dẫn đang thay đổi, không chỉ giữa các phân đoạn trong chuỗi giá trị (ATP so với thiết kế tiên kỳ) mà còn do AI đang thay đổi cách thiết kế và sản xuất chip. Các vai trò hậu kỳ có thể trở nên dễ tiếp cận hơn nhờ công cụ AI, nhưng thiết kế tiên kỳ, thiết kế analog và kiến trúc chip vẫn hoàn toàn dựa vào con người. Không phải mọi kỹ sư đều cần trở thành nhà nghiên cứu, nhưng hệ thống cần nuôi dưỡng đủ số lượng nhà khoa học và chuyên gia trình độ cao để đóng vai trò nòng cốt ở “biên giới công nghệ”. Tương tự, không phải mọi kỹ sư và nhà khoa học đều sẽ trở thành doanh nhân khởi nghiệp, nhưng hệ thống vẫn cần tạo điều kiện và hỗ trợ họ khi cần.

“Ngành công nghiệp không thể phát triển nhanh hơn nhân tài của nó” – thách thức đặt ra cho Việt Nam là phải bảo đảm tăng trưởng nhân tài không chỉ đáp ứng mà còn đi trước nhu cầu và sự phát triển của ngành. Khi Việt Nam tiến lên các phân đoạn cao hơn trong chuỗi giá trị bán dẫn, những phát hiện này nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết từ phía cung nhân lực. Phần tiếp theo của báo cáo sẽ xem xét hệ thống GDĐH của Việt Nam – nền tảng của nguồn cung nhân tài – và đánh giá cách hệ thống này có thể mở rộng và thích ứng để tạo ra đội ngũ chuyên gia mà ngành cần trong tương lai.

²³ McKinsey & Company. (2024). Cách các công ty bán dẫn có thể thu hẹp khoảng trống nhân tài ngày càng mở rộng. Thông tin lấy từ <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/how-semiconductor-companies-can-fill-the-expanding-talent-gap>

²⁴ Wang, R. (2024, February 14). Tình trạng thiếu hụt nhân tài bán dẫn của Đài Loan. Thông tin lấy từ <https://thediplomat.com/2024/02/taiwans-semiconductor-talent-shortage/>

3. NGUỒN CUNG NHÂN TÀI, GDĐH VÀ NĂNG LỰC ĐMST

Hệ thống GDĐH là nền tảng cho nguồn nhân lực bán dẫn của Việt Nam, nhưng đang chịu áp lực lớn trong việc đào tạo nhiều sinh viên tốt nghiệp chuyên môn cao, có tư duy ĐMST ở quy mô lớn. Phần này tổng hợp các cơ hội và thách thức chính đối với nguồn cung nhân tài và năng lực đào tạo, nghiên cứu của hệ thống GDĐH. Tham vọng vươn lên các phân đoạn đòi hỏi R&D cao hơn trong chuỗi giá trị bán dẫn của Việt Nam không chỉ dựa vào lực lượng kỹ sư, kỹ thuật viên đông đảo mà còn phụ thuộc vào nhân tài mũi nhọn, tức các nhà nghiên cứu, nhà phát minh và học viên cao học, những người thúc đẩy ĐMST. Phần này đánh giá thực trạng nhân tài ĐMST của Việt Nam, xác định nguyên nhân gốc rễ của khoảng cách về nhân tài R&D và rút ra các hàm ý để vươn tới phân đoạn giá trị cao hơn như thiết kế vi mạch và đóng gói tiên tiến. Các nhận định được rút ra dựa trên dữ liệu điều tra LĐVL và tuyển sinh, kết quả khảo sát tại các trường đại học công nghệ hàng đầu, và đánh giá nhanh chương trình đào tạo, nghiên cứu và điều kiện cơ sở hạ tầng – đặc biệt tại Đại học Quốc gia TP.HCM (ĐHQG-HCM) và mạng lưới các trường đại học thành viên.²⁵ Những phát hiện cho thấy Việt Nam đang đối mặt với một thách thức hai mặt: vừa phải mở rộng và nâng cao chất lượng nguồn cung nhân tài bán dẫn (đặc biệt trong thiết kế vi mạch, kỹ thuật tiên tiến và R&D ứng dụng), vừa phải cải thiện các cơ chế ở cấp hệ thống để khuyến khích ĐMST và tăng cường gắn kết với doanh nghiệp.

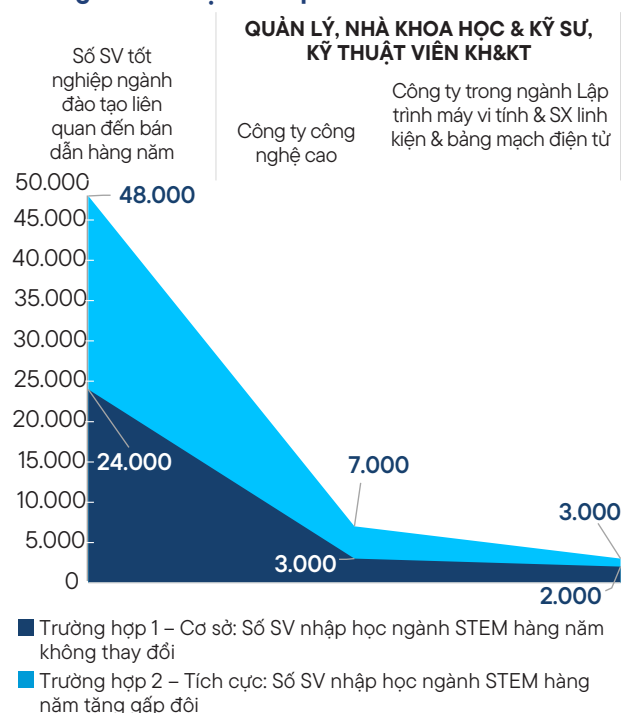
3.1. Quy mô hiện tại và nguồn nhân lực có kỹ năng cho ngành bán dẫn

Việt Nam đã xây dựng được một nền tảng nhân lực STEM đáng kể và dòng sinh viên tốt nghiệp các ngành kỹ thuật vẫn tiếp tục gia tăng mạnh mẽ. Trong nhóm lao động trẻ độ tuổi 22-35, khoảng 560.000 người có bằng đại học thuộc các lĩnh vực STEM vào năm 2023; đây là lực lượng nhân tài lớn, tạo nền tảng vững chắc cho phát triển ngành bán dẫn. Nguồn cung nhân tài STEM hàng năm cũng đang tăng nhanh, với số sinh viên đại học nhập học các ngành STEM tăng gần 10% mỗi năm từ 2019 đến 2023, cao hơn nhiều so với tốc độ tăng trưởng tại nhiều nền kinh tế tiên tiến. Cụ thể, quy mô sinh viên tốt nghiệp các ngành STEM ở Hàn Quốc và Đức giảm khoảng 0,2–0,3% mỗi năm; ngay cả Liên minh Châu Âu (EU) và Trung Quốc cũng chỉ ghi nhận mức tăng 1%–3% mỗi năm.²⁶ Tỷ lệ sinh viên đại học Việt Nam theo học các ngành STEM đạt khoảng 30%, cao hơn mức trung bình của EU và tiệm cận với các nền kinh tế hàng đầu về bán dẫn.

²⁵ Các trường thành viên và viện nghiên cứu của ĐHQG-HCM cung cấp thông tin bao gồm: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (HCMUS), Trường Đại học Bách Khoa (HCMUT), Trường Đại học Công nghệ Thông tin (UIT), Trường Đại học Quốc Tế, Viện Công nghệ Nano (INT) và Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Cấu trúc Nano và Phân tử (INOMAR).

²⁶ Eurostat; Niên giám Thống kê Giáo dục Hàn Quốc, 2019–2024; Niên giám Thống kê Giáo dục Trung Quốc, 2019–2022.

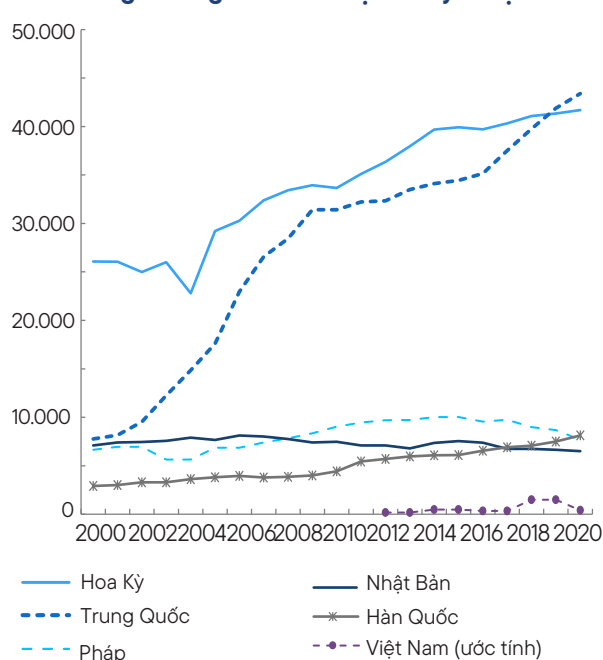
Hình 15. Dự báo số sinh viên tốt nghiệp hằng năm trong các ngành đào tạo liên quan đến bán dẫn và nơi làm việc



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên kế hoạch tuyển sinh năm 2024 của các cơ sở GDĐH.

Ghi chú: Dự báo này được xây dựng dựa trên số tuyển sinh hàng năm các ngành đào tạo liên quan đến bán dẫn tại 17 cơ sở GDĐH²⁷ trong Chương trình quốc gia phát triển nguồn nhân lực ngành công nghiệp bán dẫn. SV là sinh viên.

Hình 16. Số bằng tiến sĩ được trao hàng năm trong các ngành khoa học và kỹ thuật



Nguồn: Quỹ Khoa học Quốc gia Hoa Kỳ; các Báo cáo Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Bảng 6. Nhân lực R&D tại Việt Nam, 2013-2023

Year	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Nhân lực R&D (quy đổi toàn thời gian) (nghìn người)	73,09	67,29	68,87	60,10	66,46	72,46	75,13	71,98	59,08	66,24	80,87
Tỷ lệ trong lực lượng lao động (%)	0,136	0,125	0,127	0,110	0,121	0,131	0,135	0,131	0,117	0,128	0,154

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên dữ liệu từ Tổng cục Thống kê, điều tra LĐVL 2013-2023.

Ghi chú: Nhân lực R&D bao gồm tất cả những người tham gia trực tiếp vào hoạt động R&D (như các nhà nghiên cứu, cũng như những người cung cấp dịch vụ trực tiếp cho hoạt động R&D – quản lý R&D, kỹ thuật viên và nhân viên hỗ trợ hành chính) (OECD 2015). Số nhân lực quy đổi về mức toàn thời gian (FTE) theo hệ số chuyển đổi tương ứng.

Tuy nhiên, nguồn cung nhân lực ngày càng tăng này vẫn chưa chuyển hóa thành một đội ngũ nhân tài bán dẫn vững mạnh, với nguyên nhân xuất phát từ cả phía cầu lẫn phía cung của thị trường lao động.

Về phía cầu, việc làm trong các ngành công nghiệp và dịch vụ thâm dụng công nghệ vẫn còn khiêm tốn, dẫn đến năng lực hấp thụ nhân lực hạn chế; về phía cung, những hạn chế về chất lượng đào tạo đại học, năng lực nghiên cứu và mức độ chuyên môn hóa làm kìm hãm số lượng và trình độ kỹ thuật của đội ngũ kỹ sư mũi nhọn. Theo dữ liệu năm 2023 từ 17 cơ sở GDĐH khoa học công nghệ hàng đầu, mỗi năm có khoảng 24.000 sinh viên tốt nghiệp ở các ngành liên quan đến bán dẫn (Hình 15). Tuy nhiên, dù số lượng sinh viên nhập học có tăng lên, ước tính cũng chỉ khoảng 3.000 sinh viên tốt nghiệp mỗi năm làm các công việc liên quan đến bán dẫn như thiết kế vi mạch, kỹ thuật hay sản xuất tiên tiến. Vậy là quy mô nguồn nhân lực STEM đang tăng lên nhưng dòng nhân lực thực sự tham gia vào ngành bán dẫn vẫn rất hạn chế. Để khai mở tiềm năng này, cần đồng thời thu hẹp khoảng cách phía cầu (tạo ra nhiều việc làm yêu cầu kỹ năng cao) lẫn khoảng cách phía cung (mở rộng năng lực hệ thống GDĐH và nâng cao trình độ chuyên môn, kỹ thuật của sinh viên tốt nghiệp).

²⁷ Phân tích không bao gồm Học viện Kỹ thuật Quân sự do thiếu dữ liệu.

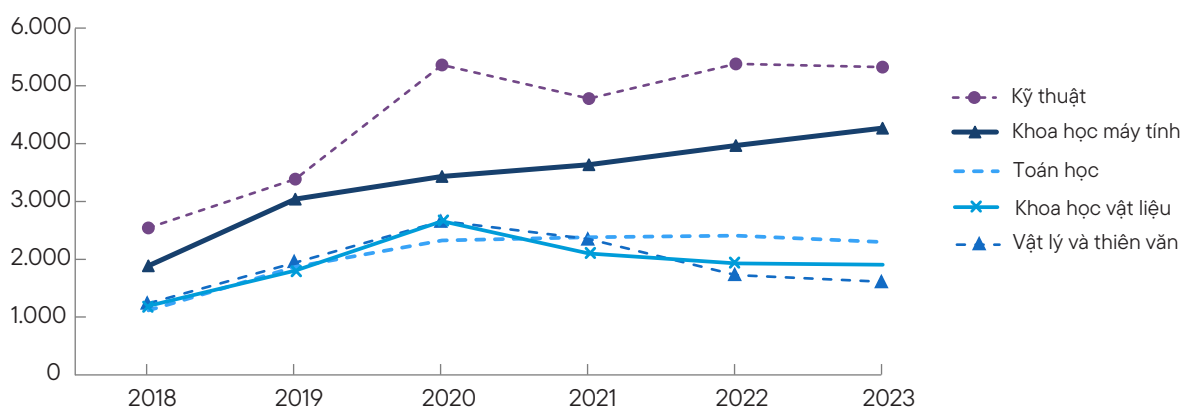
Hơn nữa, số lượng nhân tài trình độ cao có trình độ sau đại học trong các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn vẫn rất hạn chế. Quy mô đội ngũ thạc sĩ/tiến sĩ chất lượng cao hầu như chững lại, trong khi đây vừa là lực lượng then chốt cho các phân đoạn yêu cầu R&D chuyên sâu vừa là nguồn bổ sung cho thể hệ giảng viên kế cận (Hình 16). Nhiều sinh viên sau khi lấy bằng cử nhân đã chọn đi làm ngay thay vì học tiếp lên cao học do chi phí cao và thiếu học bổng hỗ trợ, còn ai quyết định theo đuổi bằng tiến sĩ thì thường ra nước ngoài học; nhiều người trong số đó không quay về Việt Nam. Trong vòng 10 năm qua, số lượng và tỷ lệ nhân lực R&D (quy đổi toàn thời gian) trong tổng lực lượng lao động hầu như không thay đổi (Bảng 6). Riêng với các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn, ước tính mỗi năm cả nước chỉ đào tạo được chưa đến 70 tiến sĩ trong các ngành kỹ thuật điện, điện tử và viễn thông.²⁸ Điều này thể hiện rõ ngay cả tại các cơ sở hàng đầu như ĐHQG TP.HCM qua việc chỉ có rất ít nghiên cứu sinh tiến sĩ và học viên cao học tham gia vào các nhóm nghiên cứu liên quan đến bán dẫn (Hình 22). Nhìn chung, thực trạng này hạn chế năng lực đào tạo sau đại học chất lượng cao và khả năng ĐMST trong các lĩnh vực công nghệ tiên tiến của Việt Nam.

Kết hợp với phân tích về nhu cầu thị trường và khoảng cách với nguồn cung hiện tại, có thể thấy Việt Nam đang đối mặt với hai thách thức cung-cầu nhân lực chính: (i) *mở rộng năng lực* – đảm bảo đội ngũ nhân tài có đủ độ rộng lẫn chiều sâu và tính liên ngành, đồng thời được trang bị chuyên môn, kỹ năng kỹ thuật và kinh nghiệm cần thiết để đáp ứng nhu cầu hiện tại và tương lai; và (ii) *mở rộng cơ hội* – thúc đẩy tạo ra đủ số lượng vị trí việc làm kỹ năng cao trong nước và xây dựng lộ trình thuận lợi hơn để sinh viên tốt nghiệp đại học có thể tiếp cận và đảm nhận công việc.

3.2. Các kết quả nghiên cứu & phát triển liên quan đến bán dẫn

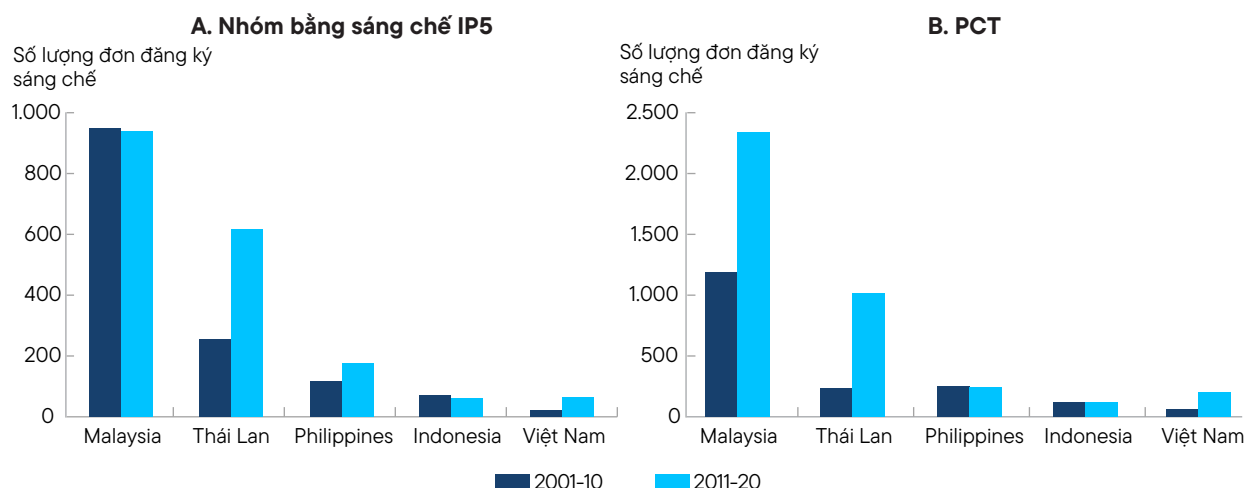
Trong những năm gần đây, số lượng nghiên cứu của Việt Nam trong lĩnh vực kỹ thuật và khoa học máy tính (hai lĩnh vực có liên quan mật thiết nhất đến công nghiệp bán dẫn) đã tăng đáng kể. Số lượng công bố khoa học tăng vọt, đặc biệt là trên các tạp chí quốc tế, từ đó phản ánh sự cải thiện về năng lực nghiên cứu. Đáng chú ý là các công bố khoa học thuộc lĩnh vực kỹ thuật vẫn dẫn đầu; lĩnh vực khoa học máy tính cũng ghi nhận mức tăng trưởng mạnh mẽ. Hai lĩnh vực này chiếm khoảng 50% tổng số công bố quốc tế của Việt Nam (Hình 17). Tuy nhiên, số lượng và chất lượng đầu ra nghiên cứu của Việt Nam vẫn còn thua kém các nước trong khu vực và các nền kinh tế hàng đầu. Việt Nam công bố khoảng 11 bài báo khoa học trên mỗi tỷ USD tổng sản phẩm quốc nội (GDP), so với 48 bài của Hàn Quốc và 40 của Singapore; chỉ số ảnh hưởng nghiên cứu (H-index) của Việt Nam cũng thấp hơn nhiều so với Malaysia hoặc Thái Lan.

Hình 17. Năm lĩnh vực có số lượng công bố quốc tế nhiều nhất tại Việt Nam, 2018-2023



Nguồn: Bộ Khoa học và Công nghệ (2024).

²⁸ Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên Bộ GD&ĐT (2024). Ước tính sơ bộ này dựa trên khoảng 323 nghiên cứu sinh tiến sĩ ngành kỹ thuật điện, điện tử và viễn thông đang nhập học năm 2023, với giả định tỷ lệ bỏ học duy trì ở mức 15% như xu hướng gần đây.

Hình 18. Số lượng đơn đăng ký sáng chế tại Việt Nam và một số nước đối sánh, 2001–2020

Nguồn: OECD (2024b).

Ghi chú: Số liệu về bằng sáng chế theo Hiệp ước Hợp tác về Sáng chế (Patent Cooperation Treaty – PCT). Áp dụng phương pháp đếm phân số (fractional counting), sử dụng quốc gia cư trú của nhà sáng chế và ngày ưu tiên (priority date). “Nhóm bằng sáng chế IP5” (IP5 patent families) là các bằng sáng chế đã được nộp tại ít nhất hai cơ quan sở hữu trí tuệ trên thế giới, trong đó có ít nhất một cơ quan thuộc nhóm 5 cơ quan sở hữu trí tuệ lớn (bao gồm: Văn phòng Sáng chế Châu Âu – EPO, Văn phòng Sáng chế Nhật Bản – JPO, Văn phòng Sở hữu Trí tuệ Hàn Quốc – KIPO, Văn phòng Sáng chế và Nhãn hiệu Hoa Kỳ – USPTO, và Cục Sở hữu Trí tuệ Nhà nước Trung Quốc – CNIPA). Áp dụng phương pháp đếm phân số, sử dụng quốc gia cư trú của nhà sáng chế và ngày ưu tiên.

Việt Nam hiện nằm trong nhóm các nước có mật độ đơn đăng ký sáng chế thấp nhất khu vực, trong đó có rất ít đơn từ các cơ sở GDĐH. Trong giai đoạn 2011–2020, các nhà sáng chế Việt Nam hầu như không nộp đơn sáng chế nào thuộc nhóm 5 hệ thống sáng chế hàng đầu thế giới (IP5) trong khi Malaysia nộp hàng trăm đơn và ngay cả Philippines cũng đạt khoảng 20% số lượng của Malaysia (OECD 2024b, Hình 18). Số đơn đăng ký sáng chế của các cơ sở GDĐH Việt Nam tăng từ khoảng 50 đơn năm 2016 lên gần 200 đơn năm 2023 nhưng cũng chỉ chiếm khoảng 22% tổng số đơn trong nước, trong đó chỉ dưới 1% số đơn được nộp theo tiêu chuẩn quốc tế PCT. Tương tự, doanh thu từ chuyển giao công nghệ chỉ chiếm khoảng 4,3% tổng thu nhập của các cơ sở GDĐH so với mức hơn 20% ở các nước châu Á dẫn đầu – điều này cho thấy việc thương mại hóa kết quả nghiên cứu ở Việt Nam vẫn còn rất hạn chế. Trong lĩnh vực bằng sáng chế liên quan đến bán dẫn, Việt Nam và Indonesia hầu như không có đơn đăng ký nào thuộc nhóm IP5 trong thập kỷ qua (OECD 2024b). Singapore – trung tâm ĐMST hàng đầu thế giới và khu vực, cùng với Malaysia – một trung tâm bán dẫn mới nổi của khu vực, đều vượt xa Việt Nam ở các chỉ số này, với số bằng sáng chế tính trên đầu người và trên GDP cao hơn rất nhiều, cả nói chung lẫn trong lĩnh vực bán dẫn.

3.3. Các trụ cột của đào tạo, nghiên cứu và ĐMST trong GDĐH

Trình độ học thuật xuất sắc và các cụm nghiên cứu

Các cơ sở GDĐH của Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trên bảng xếp hạng toàn cầu trong 5 năm vừa qua. Đại học Bách khoa Hà Nội (ĐHBKHN) vẫn là cánh chim đầu đàn khối công lập, nằm ở nhóm 401–450 thế giới về lĩnh vực KH&CN (QS Rankings) và xếp hạng 67 ở khu vực Đông Nam Á. Đại học Quốc gia Hà Nội (ĐHQG-HN) nằm trong nhóm 451–500 thế giới ở cùng hạng mục, có 4 ngành học lọt vào top 400 thế giới. ĐHQG-HCM tại miền Nam cũng đã lọt vào nhóm 901–950 của Bảng xếp hạng Đại học Thế giới QS năm 2025, có chương trình đào tạo kỹ thuật dầu khí nằm trong top 100 thế giới. Cả ba trường cũng được xếp trong top 1000 thế giới theo bảng xếp hạng kỹ thuật của Times Higher Education (THE). Hiệu ứng tích cực cộng hưởng từ đây là số lượng các cơ sở GDĐH Việt Nam góp mặt trong top 1000 STEM toàn cầu đã tăng gấp đôi từ vị trí 4 năm 2020 lên 8 năm 2025, nhờ vào sự đẩy mạnh đầu tư cho công bố khoa học, hợp tác quốc tế và phát triển các chương trình tiến sĩ giảng dạy bằng tiếng Anh.

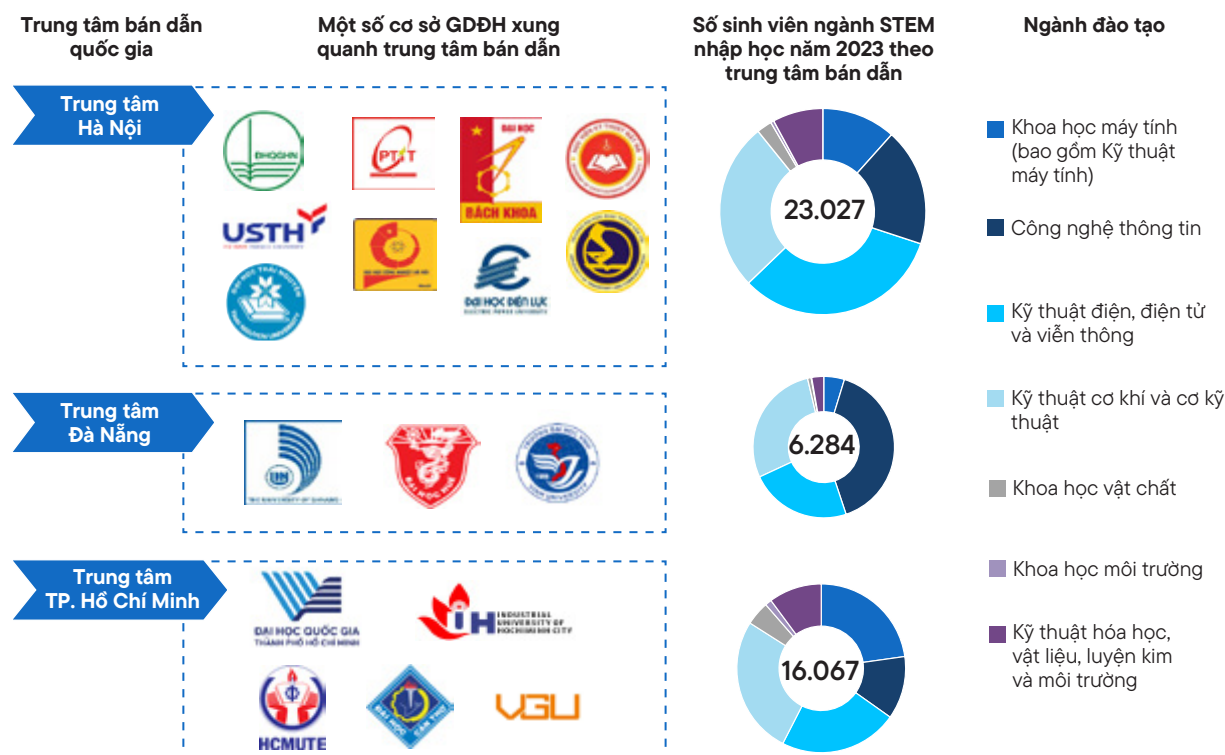
Tuy nhiên, Việt Nam vẫn chưa phát triển thành công cụm KH&CN cấp vùng, cũng như chưa có cơ sở GDĐH nào lọt vào top 100 toàn cầu trong lĩnh vực khoa học & kỹ thuật. Như sẽ thảo luận dưới đây, nguyên nhân chủ yếu là do thiếu đội ngũ giảng viên trình độ tiến sĩ và cố vấn nghiên cứu. Chỉ khoảng dưới một phần ba số giảng viên có trình độ tiến sĩ, cộng với khối lượng giảng dạy quá lớn, khiến các cơ sở GDĐH khó xây dựng được những “trung tâm xuất sắc” trong các lĩnh vực như điện tử hay khoa học vật liệu tiên tiến. Nhân tài hàng đầu thường đi nước ngoài (chảy máu chất xám), còn những người ở lại thì đối mặt với hạn chế về nguồn lực. Việt Nam vẫn chưa hình thành được đội ngũ các nhà khoa học được quốc tế công nhận trong các ngành liên quan đến bán dẫn. Đội ngũ tinh hoa hạn chế này dẫn đến tình trạng ít bước đột phá khoa học, khó thu hút các đối tác R&D toàn cầu.

Chương trình đào tạo: chương trình học, các ngành và chuyên ngành trọng điểm

Việc kết nối chương trình đào tạo với nhu cầu thị trường và tiêu chuẩn quốc tế đã có tiến triển tích cực.

Các cơ sở GDĐH trọng điểm đã bắt đầu cập nhật chương trình giảng dạy theo chuẩn mực quốc tế và hợp tác với doanh nghiệp. Các trường thành viên thuộc ĐHQG-HCM đã cùng xây dựng khung chương trình đào tạo ngành vi điện tử mới vào năm 2024, trong khuôn khổ hợp tác giữa ĐHQG và doanh nghiệp (Hình 21). Trường Đại học Bách khoa (thuộc ĐHQG-HCM) đã triển khai chương trình đào tạo nhân tài về thiết kế vi mạch, nhằm vào nhóm sinh viên xuất sắc nhất và tạo điều kiện cho họ tiếp cận các khóa học chất lượng cao cùng các phòng thí nghiệm được trang bị tốt. Song song đó, các công ty như Synopsys và Faraday cũng tổ chức khóa học ngắn hạn và tài trợ phòng thí nghiệm cho các cơ sở GDĐH. Những nỗ lực này là bước đi đúng hướng, cập nhật nội dung đào tạo, đưa dự án thực tiễn vào chương trình và tăng cường chia sẻ nguồn lực giữa các cơ sở GDĐH. Tác động sẽ lớn hơn nữa nếu các sáng kiến tích cực này được mở rộng ra phạm vi toàn quốc.

Hình 19. Số sinh viên ngành STEM nhập học năm 2023 theo ngành đào tạo tại một số cơ sở GDĐH ở Việt Nam



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên kế hoạch tuyển sinh năm 2024 của các cơ sở GDĐH.

Một số cơ sở GDĐH top đầu có chương trình đào tạo đại học ngành điện tử khá mạnh; tuy nhiên, các nhà tuyển dụng nên lưu ý rằng kỹ năng của sinh viên tốt nghiệp giữa các trường khác nhau cũng khác nhau đáng kể. Nền tảng kiến thức toán, vật lý của sinh viên Việt Nam nhìn chung rất tốt (sinh viên Việt Nam giỏi lý thuyết), nhưng kỹ năng ứng dụng (như học tập qua dự án với thiết bị phòng nghiên cứu hiện đại hoặc phần mềm thiết kế vi mạch) lại tương đối yếu do hạn chế về nguồn lực của cơ sở GDĐH. Hơn nữa, sinh viên tốt nghiệp của trường này có thể giỏi về phần mềm nhưng yếu về thiết kế vi mạch tương tự, trong khi sinh viên trường khác thì ngược lại. Sự chuẩn bị không đồng đều này khiến các công ty không thể mặc định sinh viên tốt nghiệp có một mặt bằng kỹ năng chung, làm tăng chi phí sàng lọc và đào tạo lại nhân viên mới từ mỗi cơ sở GDĐH.

Mặc dù các chương trình đào tạo quan trọng như kỹ thuật điện, kỹ thuật máy tính, cơ điện tử, v.v. đều đã được triển khai, cho đến gần đây phần lớn chương trình đại học vẫn chưa có ngành đào tạo về bán dẫn.

Phần lớn sinh viên ngành điện tử hoặc kỹ thuật máy tính chỉ học một đến hai môn liên quan đến thiết kế hoặc chế tạo chip. Thực trạng này đang bắt đầu thay đổi (ví dụ như ĐHBKHN và ĐHQG-HCM đã mở các ngành vi điện tử hay các chuyên ngành hẹp về thiết kế vi mạch – VLSI) nhưng đây đều là những chương trình trong giai đoạn khởi đầu, chưa được triển khai quy mô lớn. Bên cạnh đó, các nội dung về AI và ML vẫn còn rất hạn chế trong chương trình đào tạo cả về vai trò là công cụ hỗ trợ giảng dạy, học tập, lẫn vai trò là môn học quan trọng cho các ngành công nghiệp công nghệ cao ứng dụng AI (Hình 20). Chương trình đào tạo STEM có *bề rộng* và nền tảng tốt, nhưng vẫn chưa đặt *trọng tâm* đúng mức vào phát triển các kỹ năng kỹ thuật đáp ứng nhu cầu hiện tại và tương lai của ngành bán dẫn cho sinh viên tốt nghiệp.

Giảng viên: năng lực giảng dạy và nghiên cứu

Chất lượng và số lượng đội ngũ giảng viên là yếu tố then chốt quyết định năng lực đào tạo của các cơ sở GDĐH, nhưng tại Việt Nam đang có khoảng cách đáng kể về trình độ giảng viên trong các lĩnh vực công nghệ cao. Nói đơn giản, số lượng giảng viên có bằng tiến sĩ và tích cực tham gia nghiên cứu trong các ngành điện tử và các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn hiện nay là rất hạn chế. Tỷ lệ giảng viên có bằng tiến sĩ ở Việt Nam chỉ khoảng 32%–33%. Tại khoa Kỹ thuật điện-điện tử của Trường Đại học Bách khoa (thuộc ĐHQG-HCM), tỷ lệ này là 49%, vẫn rất thấp so với tỷ lệ 100% tại Đại học Quốc gia Tsing Hua của Đài Loan (Trung Quốc) và 94% tại Đại học Công nghệ Malaysia. Khối lượng giảng dạy lớn cũng làm giảm khả năng dành thời gian cho hoạt động chuyên môn của giảng viên; nhiều người dành phần lớn thời gian dạy các lớp đại trà đông sinh viên, hầu như không còn thời gian phát triển chương trình đào tạo hoặc nghiên cứu khoa học. Việc thiếu kinh phí nghiên cứu càng làm trầm trọng thêm tình trạng này (chi tiết xin xem phần chính sách khuyến khích ở dưới).

Tỷ lệ công bố bài báo khoa học tính trên mỗi giảng viên còn thấp ở nhiều cơ sở GDĐH. Ví dụ, Đại học Đà Nẵng (ĐHĐN) chỉ đáp ứng được tiêu chuẩn tối thiểu do Bộ Giáo dục và Đào tạo (GD&ĐT) đặt ra là 0,7 bài báo/giảng viên/năm. Tại ĐHQG-HCM, tỷ lệ này dao động lớn, từ 0,24 đến 2,69 bài báo mỗi năm tùy trường đại học thành viên. Để cải thiện tình hình, ĐHQG-HCM đã ban hành nhiều chính sách khuyến khích công bố quốc tế, bao gồm hỗ trợ phụ cấp và kinh phí để giảng viên tham dự hội nghị quốc tế, tài trợ tổ chức hội thảo quốc tế thuộc danh mục SCOPUS và trao thưởng cho các bài báo được xuất bản trên tạp chí quốc tế.

Nút thắt ở cấp đào tạo tiến sĩ có liên hệ chặt chẽ với năng lực đội ngũ giảng viên và ngược lại. Do nhiều giảng viên hoặc chưa có bằng tiến sĩ hoặc không tham gia nghiên cứu khoa học, khả năng hướng dẫn nghiên cứu sinh bị hạn chế, dẫn đến một vòng lặp luẩn quẩn: số lượng tiến sĩ tốt nghiệp thấp, kéo theo năng lực học thuật trong cơ sở GDĐH bị kìm hãm. Thực trạng này cho thấy Việt Nam cần sớm tăng quy mô đội ngũ giảng viên trình độ cao, nhằm hỗ trợ phát triển các chương trình đào tạo sau đại học và hoạt động nghiên cứu.

Sự tham gia của nữ giới trong các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn và STEM

Xét trên tổng thể, cơ cấu giới tính trong các cơ sở GDĐH ở Việt Nam tương đối cân bằng: nữ sinh chiếm khoảng 54% tổng số sinh viên. Tuy nhiên phụ nữ lại chiếm tỷ lệ thấp trong các lĩnh vực STEM, chiếm dưới 30% tổng số sinh viên nhóm ngành này. Về kết quả nghiên cứu khoa học, năm 2020 tại ĐHQĐN tác giả nữ chỉ chiếm một trong số bốn tác giả các bài báo trên tạp chí thuộc danh mục WoS và SCOPUS (đến năm 2024 là một phần ba). Tại ĐHQG TP.HCM, tỷ lệ tác giả nữ đạt 43% vào năm 2024, tăng từ 41% năm 2020. Một số chính sách đã được triển khai nhằm khuyến khích giảng viên nữ nghiên cứu khoa học và công bố bài báo, bao gồm quy đổi giờ nghiên cứu khoa học ra giờ giảng dạy với hệ số 1,2 cho giảng viên nữ và áp dụng chế độ làm việc linh hoạt cho nhà khoa học đang mang thai hoặc có con nhỏ hoặc phải chăm sóc cha mẹ già.

Mối liên kết giữa cơ sở GDĐH – doanh nghiệp trong đào tạo, nghiên cứu và ĐMST

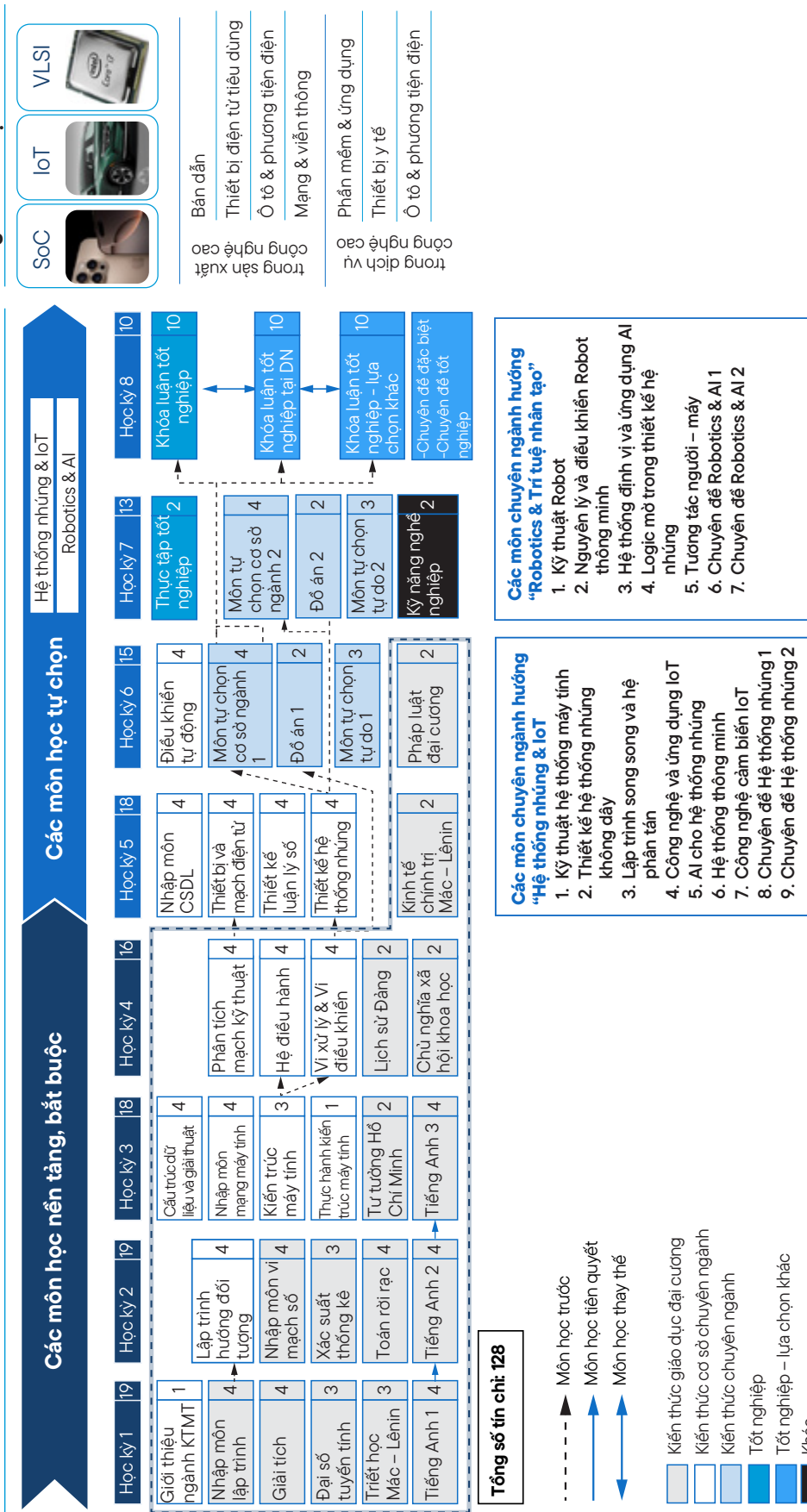
Một mặt, tất cả các cơ sở GDĐH lớn đều đã thành lập các văn phòng chuyển giao công nghệ, các trung tâm ĐMST hay trung tâm khởi nghiệp thúc đẩy gắn kết với doanh nghiệp. Các trung tâm này còn liên kết với nhau thành Mạng lưới Trung tâm Đổi mới Sáng tạo và Khởi nghiệp trong GDĐH Việt Nam (VNEI), do Trung tâm Đổi mới Sáng tạo Quốc gia (NIC) điều phối. Việc đưa thêm các nội dung về ĐMST và khởi nghiệp (môn học khởi nghiệp, cuộc thi lập kế hoạch kinh doanh, vườn ươm,...) trong chương trình kỹ thuật có thể giúp đào tạo nhân lực toàn diện hơn, những người có thể khởi nghiệp trong lĩnh vực thiết kế vi mạch “made in Vietnam” trong tương lai.

Mặt khác, sự hợp tác giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp tại Việt Nam hiện vẫn rời rạc và hạn chế. Rất ít phòng thí nghiệm dùng chung hoặc dự án R&D đồng tài trợ giữa cơ sở GDĐH với các công ty bán dẫn. Một số doanh nghiệp như Synopsys hay Cadence đã cho tặng phần mềm thiết kế vi mạch hoặc xây dựng phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH, nhưng đây là những hoạt động mang tính đơn lẻ. Chưa có chương trình mang tính hệ thống nào như chức danh giáo sư do doanh nghiệp tài trợ, trung tâm hợp tác nghiên cứu, hay các chương trình thực tập/làm luận văn quy mô lớn gắn sinh viên với hoạt động R&D tại doanh nghiệp.

Hệ quả là mức độ chuyển giao công nghệ rất thấp. Vào giai đoạn 2018–2023, 85% giá trị tất cả các hợp đồng chuyển giao công nghệ tại Việt Nam là do các doanh nghiệp FDI đóng góp chứ không phải từ hợp tác giữa cơ sở GDĐH trong nước với doanh nghiệp. Vào những năm gần đây, dịch vụ KH&CN trung bình chỉ chiếm khoảng 4% tổng doanh thu của các trường đại học Việt Nam, thấp hơn nhiều so với mức trên 20% của các trường hàng đầu châu Á, cho thấy hoạt động thương mại hóa kết quả nghiên cứu khoa học còn rất hạn chế. Thiếu các quan hệ đối tác mang tính cấu trúc (các liên danh, trung tâm ĐMST, nhóm nghiên cứu đồng hướng dẫn...), các cơ sở GDĐH thì chủ yếu nghiên cứu một cách biệt lập trong khi các công ty FDI vẫn e ngại đặt trung tâm R&D tại Việt Nam (họ thường dựa vào mạng lưới R&D nội bộ ở nước khác). Sự phân mảnh này cản trở sự hình thành mô hình “vòng xoắn ba bên” giữa cơ sở GDĐH, doanh nghiệp và Chính phủ trong lĩnh vực bán dẫn.

Hình 20. Lộ trình nghề nghiệp cho một sinh viên tốt nghiệp ngành kỹ thuật máy tính

Chương trình đào tạo ngành Kỹ thuật Máy tính bậc đại học: trang bị kỹ năng nền tảng cho sinh viên



để phát triển và thiết kế trong các lĩnh vực



Nguồn: Trường Đại học Công nghệ Thông tin, ĐHQG-HCM.

Ghi chú: SoC là hệ thống trên chip. IoT là Internet vạn vật. VLSI là vi mạch tích hợp. KTMT là kỹ thuật máy tính. CSDL là cơ sở dữ liệu. DN là doanh nghiệp. Robotics là một lĩnh vực kỹ thuật và khoa học máy tính sản xuất robot.

Hình 21. Bước phát triển tích cực tại ĐHQG-HCM

Quan sát: Tín hiệu tích cực – Các điểm khởi đầu thuận lợi để mở rộng

Đang đi đúng hướng

Chương trình đào tạo

• Các trường đại học thành viên (ĐHTV) thuộc ĐHQG-HCM đã phối hợp xây dựng khung chương trình đào tạo chung cho các chương trình chuyên sâu

• Dự án VNU350: Tuyển dụng ~350 nhà khoa học tài năng trong giai đoạn 2024–2030

Tập trung vào thực tập, học theo dự án, và đồ án tốt nghiệp cuối khóa (capstone project)

Liên kết giữa các trường ĐHTV

• Đã có chính sách chia sẻ nguồn lực như: giảng viên giảng dạy liên trường, kết hợp học học trực tuyến – trực tiếp, và cho phép sinh viên học chéo giữa các ĐHTV

Trung tâm Khởi nghiệp Sáng tạo ĐHQG-HCM

• Dự án VUUP tại ĐHQG-HCM tài trợ xây dựng trung tâm nghiên cứu và đổi mới sáng tạo

Nghị quyết Quốc hội 193/2025/QH15

• Quy định mới này sẽ thúc đẩy thương mại hóa kết quả nghiên cứu

Tăng cường hợp tác với doanh nghiệp

• Mời giảng viên thỉnh giảng, tài trợ nghiên cứu, chia sẻ phần mềm và công cụ EDA, chương trình thực tập (đa dạng giữa các trường)

• Phòng lab viễn thông PFIEV tại HCMUT, phòng lab phần mềm FPT tại UIT, và các khóa học ngắn hạn do Faraday, Synopsys tổ chức

Điểm nổi bật

95%

Marvell

Marvell tài trợ phòng lab và khóa học về Truyền thông tiên tiến trong hạ tầng AI dành cho sinh viên năm cuối và sau đại học (HCMUT, 2025)

Thực tập là yêu cầu bắt buộc trong chương trình đào tạo – 95% sinh viên ngành thiết kế vi mạch tại UIT đã tham gia thực tập

Nhóm nghiên cứu điện tử nhỏ của HCMUS:

Gồm 5 giảng viên, 2 tiến sĩ, 3 SV thạc sĩ, 4 SV đại học – thiết kế và chế tạo điện trở nhỏ, hợp tác cùng Onsemi, Hyosung, ĐHQG-HN, và Academia Sinica (Đài Loan); tổng tài trợ: 70.000 USD

Phòng đào tạo / phòng lab thiết kế chuyên dụng tại HCMUT:

phục vụ các lĩnh vực viễn thông, xử lý tín hiệu số, FPGA, vv.

Nguồn: Tổng hợp của nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới.

Ghi chú: HCMUT là Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM. UIT là Trường Đại học Công nghệ Thông tin, ĐHQG-HCM. HCMUS là Trường Đại học Khoa học tự nhiên, ĐHQG-HCM. EDA là tự động hóa thiết kế điện tử. SV là sinh viên. FPGA là mảng công có thể lập trình trường.

Hình 22. Số lượng sinh viên theo trình độ học vấn trong mỗi nhóm nghiên cứu tại ĐHQG-HCM

Nhóm nghiên cứu	SV (Sinh viên)	ThS (Thạc sĩ)	TS (Tiến sĩ)
INOMAR_Nhóm NC B	10	5	0
INOMAR_Nhóm NC A	15	10	0
INT_Vật liệu & thiết bị chuyển đổi năng lượng	10	5	0
INT_Môi trường & cảm biến sinh học – MEMS	10	5	0
INT_Vật liệu nano	10	5	0
IUT_Tần số vô tuyến & Vi sóng	10	5	0
UIT_PTN đào tạo	10	5	0
UIT_Thiết kế vi mạch	10	5	0
HCMUT_Công nghệ lượng tử	10	5	0
HCMUT_Mạch tích hợp TSVT & Hệ thống	10	5	0
HCMUT_Thiết kế vi mạch số	10	5	0
HCMUS_Thiết bị quang điện tử	10	5	0
HCMUS_Khai thác VL đất hiếm	10	5	0
HCMUS_Điện trở nhỏ	10	5	0
HCMUS_NL xanh và tái tạo	10	5	0
HCMUS_Vật liệu đất hiếm	10	5	0
HCMUS_Thiết kế vi mạch	10	5	0
HCMUS_Nhóm NC 1	10	5	0
HCMUS_Nhóm NC 2	10	5	0

■ Số sinh viên ĐH đang tham gia nhóm nghiên cứu
■ Số sinh viên ThS đang tham gia nhóm nghiên cứu
■ Số nghiên cứu sinh (TS) đang tham gia nhóm nghiên cứu

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên dữ liệu do các trường đại học thành viên và viện nghiên cứu ĐHQG-HCM cung cấp.
Ghi chú: ĐH là đại học. ThS là thạc sĩ. TS là tiến sĩ. NC là nghiên cứu.

KIẾN TẠO TƯƠNG LAI BẢN DẪN VIỆT NAM - ĐỘT PHÁ TỪ NHÂN TÀI CÔNG NGHỆ & ĐỔI MỚI SÁNG TẠO 34

3.4. Cơ sở hạ tầng GDDH: Đầu tư lớn cho xây dựng đội ngũ nhân tài

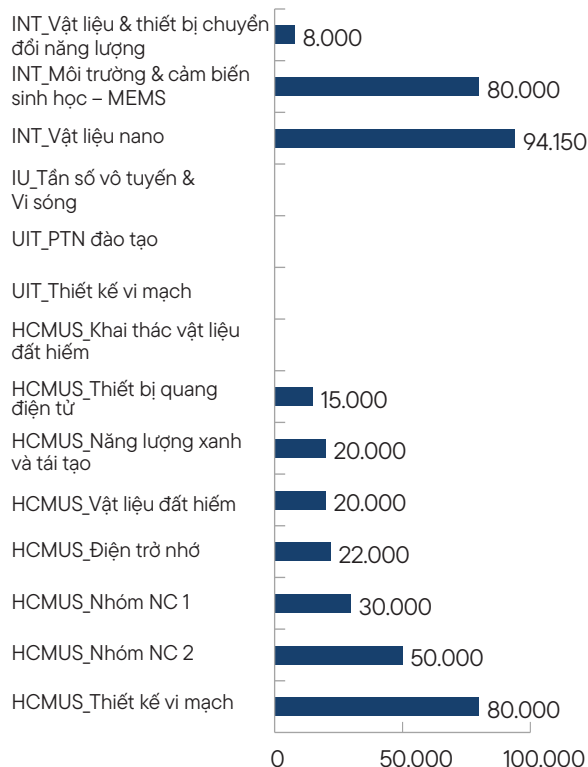
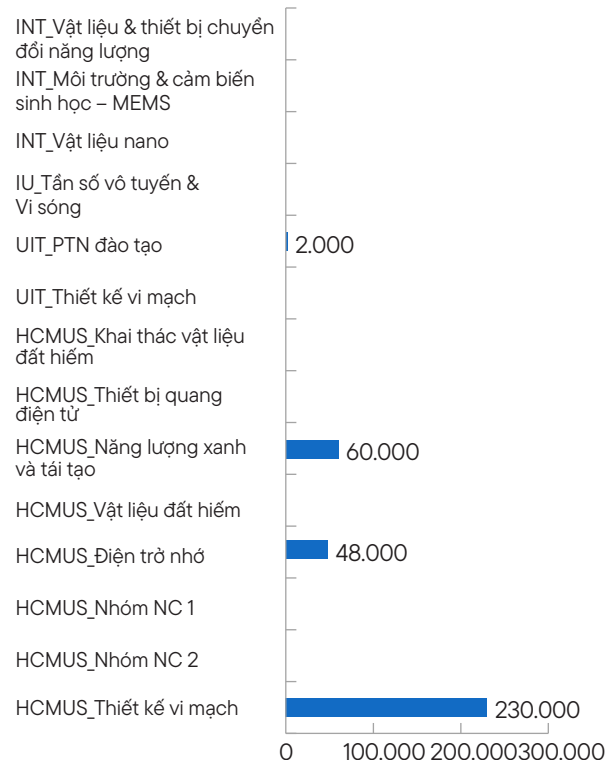
Phát triển nhân tài trong lĩnh vực bán dẫn không chỉ là về con người mà còn về công cụ, cơ sở vật chất và khả năng tiếp cận công nghệ để phục vụ đào tạo, nghiên cứu và ĐMST. Ngành bán dẫn là một lĩnh vực thâm dụng vốn: từ phòng sạch phục vụ thực hành chế tạo chip đến các máy tính hiệu năng cao phục vụ thiết kế chip, cơ sở hạ tầng cần thiết để đào tạo một kỹ sư chip hoặc thực hiện R&D về chip đều có chi phí rất lớn. Hiện nay Việt Nam đang thiếu hụt lớn cơ sở hạ tầng, nếu không khắc phục sớm sẽ trở thành rào cản lớn cho việc phát triển nhân tài ngay cả khi sinh viên hay giảng viên có động lực rất lớn.

Thiếu hụt phòng thí nghiệm và hạn chế khả năng tiếp cận công cụ dài hạn

Hầu hết các cơ sở GDDH ở Việt Nam đều thiếu các phòng thí nghiệm tiên tiến phục vụ đào tạo và nghiên cứu về điện tử và bán dẫn; ngay cả khi có, việc khai thác sử dụng cơ sở vật chất này cũng chưa thực sự hiệu quả. Nhiều khoa kỹ thuật chỉ được trang bị các phòng thí nghiệm điện tử đơn giản, chỉ phục vụ việc thí nghiệm các mạch điện đơn giản chứ không đáp ứng được yêu cầu thí nghiệm bán dẫn ở quy mô nano. Trên cả nước, số lượng phòng sạch dành cho đào tạo, nghiên cứu hoặc chế tạo thử nghiệm vẫn rất hạn chế; vì vậy mà đầu ra nghiên cứu của các cơ sở GDDH còn thấp và sinh viên tốt nghiệp tuy nắm vững nền tảng lý thuyết nhưng gần như không có kinh nghiệm thực hành các quy trình bán dẫn. Một sinh viên ngành vi điện tử chẳng hạn có thể học về quy trình chế tạo bán dẫn oxit kim loại bù nhau (CMOS) qua sách vở, nhưng chưa từng nhìn thấy hoặc vận hành thiết bị lắng đọng hay khắc quang trong suốt quá trình học.

Thiết kế chip hiện đại phụ thuộc vào các công cụ thiết kế (từ các hãng như Cadence, Synopsys, Siemens EDA) phục vụ mô phỏng, thiết kế layout và kiểm định mạch. Các công cụ EDA này có chi phí giấy phép sử dụng lên đến hàng chục nghìn USD mỗi năm. Các trường đại học hàng đầu thế giới thường mua giấy phép cho toàn trường, giúp sinh viên dễ dàng tiếp cận và thực hành; còn phần lớn các cơ sở GDDH tại Việt Nam thì không đủ khả năng chi trả để sở hữu đầy đủ bộ phần mềm EDA. Một số chỉ có giấy phép giới hạn chức năng hoặc phải sử dụng các phiên bản lỗi thời. Khảo sát tại ĐHQG-HCM cho thấy sinh viên trường Đại học Bách khoa được sử dụng công cụ của Cadence nhưng không có của Synopsys, tức là không được tiếp cận đồng thời cả hai nền tảng chính. Ngoài ra, ĐHQG-HCM hiện phải phụ thuộc vào tài trợ từ doanh nghiệp để có quyền truy cập một số công cụ nhất định.

Những thiếu hụt này khiến kéo dài thời gian đào tạo tại chỗ cho sinh viên sau khi vào làm việc tại doanh nghiệp. Sinh viên tốt nghiệp không được tiếp cận đầy đủ với các công cụ EDA nên chưa thành thạo chính những phần mềm sẽ cần sử dụng trong công việc thực tế, lại tạo ra một khoảng cách kỹ năng rõ rệt. Tại các cơ sở GDDH như ĐHQG-HCM, một số chương trình đào tạo ghi nhận tình trạng 3 đến 8 sinh viên phải dùng chung một trạm thí nghiệm, phản ánh tình trạng thiếu hụt trang thiết bị. Nhà trường cũng đã xác định nhu cầu cấp thiết về cơ sở vật chất và trang thiết bị phục vụ đào tạo và nghiên cứu trong các lĩnh vực như vật lý thiết bị và khoa học vật liệu, chế tạo bán dẫn và đóng gói tiên tiến, nhưng rất khó có thể đảm bảo nguồn vốn bền vững để thu hẹp khoảng cách này. Cụ thể, trong năm học 2023-2024, một trong hai nhóm nghiên cứu tại Viện Công nghệ Nano chỉ nhận được khoảng 8.000 USD tài trợ nghiên cứu từ các nguồn bên ngoài (Hình 23, Hình 24). Chương trình tài trợ nghiên cứu nội bộ VNU350 được triển khai tại ĐHQG-HCM vào năm 2024 hứa hẹn sẽ trở thành một bước ngoặt quan trọng nếu được duy trì và mở rộng.

Hình 23. Kinh phí nghiên cứu nhận được từ các nguồn ngoài doanh nghiệp (USD)**Hình 24. Kinh phí nghiên cứu nhận được từ các nguồn do doanh nghiệp tài trợ (USD)**

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên dữ liệu do các nhóm nghiên cứu liên quan đến bán dẫn tại các trường đại học thành viên và viện nghiên cứu của ĐHQG-HCM cung cấp.

Ghi chú: NC là nghiên cứu.

Hạn chế trong khả năng tiếp cận hạ tầng số và hiệu quả sử dụng

Tuy Việt Nam đã đạt được những tiến bộ đáng kể trong chuyển đổi số hệ thống GDĐH, nhiều thách thức lớn vẫn còn tồn tại. Việc nâng cấp hạ tầng số mang lại lợi ích đặc biệt quan trọng cho các cơ sở GDĐH, giúp đảm bảo truy cập tốc độ cao đến các tài nguyên kỹ thuật số, nền tảng học tập đám mây và cơ sở dữ liệu nghiên cứu, cũng như hỗ trợ triển khai các lớp học thông minh và phòng thí nghiệm ảo. Ngoài ra, các hệ thống tính toán hiệu năng cao (HPC) và các trung tâm dữ liệu đóng vai trò then chốt trong việc tích hợp AI/ML vào giảng dạy, học tập và nghiên cứu. Hạ tầng số cũng đặc biệt quan trọng để nâng cao năng suất trong các ngành kinh tế và thúc đẩy ĐMST, đặc biệt trong các ngành công nghệ cao. Như đã đề cập, ngành công nghiệp bán dẫn và AI/ML ngày càng phụ thuộc lẫn nhau: tiến bộ trong lĩnh vực này thúc đẩy sự phát triển trong lĩnh vực còn lại. Thông qua Dự án Phát triển các Đại học Quốc gia Việt Nam (VUDP), ĐHQG-HCM, ĐHQG-HN và ĐHQĐ đang nâng cấp mạng internet trong khuôn viên đại học, hệ thống quản lý học tập để hỗ trợ đào tạo trực tuyến, và lên kế hoạch trang bị các hệ thống tính toán hiệu năng cao.

Tuy nhiên, Việt Nam vẫn cần những bước tiến táo bạo hơn, không chỉ trong việc mở rộng khả năng tiếp cận hạ tầng số phục vụ đào tạo và ĐMST mà còn trong việc đảm bảo sử dụng hiệu quả hạ tầng đó, đặc biệt thông qua việc tăng cường phối hợp giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp. Ví dụ, Mạng lưới Nghiên cứu và Giáo dục Quốc gia Việt Nam (VinaREN) hiện có băng thông trực chính ở mức 1-10 Gbps, cung cấp các dịch vụ (kết nối) số cơ bản, nhưng mức độ hợp tác với doanh nghiệp còn rất hạn chế. Trong khi đó, Mạng lưới Nghiên cứu và Giáo dục Tiên tiến Đài Loan (TWAREN), tập trung các dịch vụ đến R&D bán dẫn, AI và công nghệ sinh học, có băng thông trực chính trên 100 Gbps, liên kết chặt chẽ với doanh nghiệp bán dẫn như TSMC và cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng như điện toán đám mây, lưu trữ, năng lực AI và các nền tảng thử nghiệm cho cả trường đại học và doanh nghiệp.

Thiếu cơ sở hạ tầng dùng chung

Chương trình quốc gia về xây dựng các trung tâm/cụm công nghệ bán dẫn dùng chung cấp quốc gia:

Việt Nam đang thành lập bốn phòng thí nghiệm bán dẫn dùng chung cấp quốc gia tại các cơ sở GDĐH hàng đầu – ĐHQG-HCM, ĐHQG-HN – thành phố Đà Nẵng và NIC, nhằm nâng cao vị thế của quốc gia trong chuỗi giá trị bán dẫn toàn cầu. Các trung tâm này tập trung vào lĩnh vực cốt lõi như thiết kế vi mạch, vật liệu bán dẫn, chip AI và các kỹ thuật sản xuất tiên tiến. Cụ thể, phòng thí nghiệm tại ĐHQG-HCM sẽ bao quát tất cả các công đoạn từ thiết kế, sản xuất đến đóng gói và kiểm thử bán dẫn; ĐHQG-HN sẽ tập trung vào sản xuất vi mạch và thiết bị bán dẫn; phòng thí nghiệm tại thành phố Đà Nẵng sẽ tập trung vào thiết kế và kiểm thử vi mạch và phối hợp chặt chẽ với ĐHQĐ; còn NIC sẽ tập trung vào thiết kế, đóng gói và kiểm thử vi mạch, đồng thời hỗ trợ đào tạo, ương tạo công nghệ và ứng dụng AI. Sáng kiến này nhằm huy động nguồn lực từ các cơ sở GDĐH, viện nghiên cứu và đối tác công nghiệp để tạo ra một trung tâm đa năng với các phòng thí nghiệm hiện đại (phòng thiết kế, phòng phân tích đặc tính, có thể cả dây chuyền chế tạo thử nghiệm) cùng các cơ sở hỗ trợ chuyển giao công nghệ, nhằm tăng cường hợp tác giữa giới học thuật, doanh nghiệp và Chính phủ.

Hiện Việt Nam chưa có trung tâm R&D nội địa hay dây chuyền thí điểm đáng kể nào về đóng gói tiên tiến hoặc thiết kế chip, đều là những phân đoạn mà các nước đang phát triển khác đang đầu tư mạnh.

Các nhà nghiên cứu buộc phải gửi mẫu chip ra nước ngoài để chế tạo và kiểm thử, dẫn đến chậm trễ và nguy cơ rò rỉ sáng kiến. Có một số nỗ lực mới mạnh mẽ như NIC gần Hà Nội hay các phòng thí nghiệm mới tại ĐHQG-HCM, nhưng quy mô vẫn chưa đủ lớn để thúc đẩy cả hệ sinh thái. Việc thiếu một “trung tâm” để các cơ sở GDĐH, các công ty khởi nghiệp và các tập đoàn đa quốc gia cùng hiện diện đang hạn chế hiệu ứng lan tỏa và mạng lưới thúc đẩy ĐMST. Việc chưa có các công viên ĐMST gắn với cơ sở GDĐH hay các viện nghiên cứu chuyên biệt về bán dẫn là khiếm khuyết về cấu trúc.

Còn thiếu hợp tác chia sẻ nguồn lực và cơ sở hạ tầng tại Việt Nam, hoặc mới chỉ hợp tác rời rạc, đơn lẻ.

Ví dụ, tuy mỗi Đại học Quốc gia (ĐHQG) ở Việt Nam quản lý một mạng lưới trường đại học thành viên, các đơn vị trong mạng lưới này chưa tận dụng triệt để lợi thế kinh tế nhờ quy mô và khả năng chia sẻ nguồn lực mà mô hình mạng lưới mang lại. Kế hoạch thành lập các Trung tâm Công nghệ Bán dẫn Quốc gia là một tín hiệu mạnh mẽ từ phía Chính phủ, nhưng cũng vẫn đang ở giai đoạn đầu. Nếu được đẩy nhanh để hoàn tất vào năm 2026, sáng kiến này có thể thu hẹp đáng kể khoảng cách về cơ sở hạ tầng, tạo ra một nơi mà sinh viên và doanh nghiệp có thể hợp tác làm việc trên các nguyên mẫu chip thực, lại không cần đơn vị nào tự đầu tư riêng lẻ hàng triệu USD.

Nếu Việt Nam phát triển được một cơ sở dữ liệu tập trung về tất cả các thiết bị chuyên dụng hiện có tại các trung tâm quốc gia và cơ sở GDĐH trên cả nước, điều đó sẽ thúc đẩy hợp tác và tối ưu hóa việc sử dụng thiết bị.

Các thiết bị chưa sử dụng hết công suất của cơ sở GDĐH này có thể được các nhà nghiên cứu hay sinh viên của cơ sở GDĐH khác hoặc từ doanh nghiệp sử dụng. Khảo sát tại ĐHQG-HCM cho thấy mạng lưới các trường đại học thành viên và viện nghiên cứu trực thuộc chưa có cơ chế theo dõi tài sản hay trang thiết bị. Hiện Viện Công nghệ Nano (INT) đã triển khai một nền tảng trực tuyến cho phép các đối tác đăng ký sử dụng phòng sạch và các trang thiết bị đi kèm.

Một khoảng cách thường bị bỏ qua là công tác duy trì hoạt động của các phòng thí nghiệm với thiết bị hiện đại.

Các cơ sở GDĐH mua được kính hiển vi hoặc máy khắc công nghệ cao, nhưng nếu để hỏng lại không có kinh phí hoặc chuyên môn để sửa chữa, để thiết bị nằm không. Đó là lý do báo cáo đề xuất rằng mỗi khoản đầu tư lớn vào phòng thí nghiệm cần kèm theo gói bảo trì hoặc hợp đồng dịch vụ kéo dài 7–10 năm. Gói này có thể bao gồm đào tạo kỹ thuật viên và cung cấp phụ tùng thay thế như một phần của thỏa thuận mua sắm. Bên cạnh đó, với các cơ sở dùng chung cần có mô hình tính phí sử dụng hợp lý để đảm bảo chi phí bảo trì thiết bị được trang trải đầy đủ.

Bảng 7. Nhu cầu về cơ sở hạ tầng phục vụ nghiên cứu tại ĐHQG-HCM

		Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQG-HCM	Trường Đại học Bách Khoa - ĐHQG-HCM	Trường Đại học Công nghệ Thông tin - ĐHQG-HCM	Viện Công nghệ Nano - ĐHQG-HCM	Trung tâm Nghiên cứu Vật liệu Cấu trúc Nano và Phân tử - ĐHQG-HCM
Phòng thí nghiệm nghiên cứu vật liệu	Phòng thí nghiệm đặc tính vật liệu	●			●	●
Phòng thí nghiệm thiết kế vi mạch	Phòng thí nghiệm thiết kế vi mạch kỹ thuật số	●	●	●		
	Phòng thí nghiệm thiết kế IC tín hiệu hỗn hợp	●		●		
	Phòng thí nghiệm thiết kế vi mạch tần số vô tuyến		●	●		
	Các hệ thống tính toán hiệu năng cao	●				
Chế tạo / Sản xuất	Module phòng sạch 10.000 và 100.000	●			●	
	Mô-đun phòng sạch 100 và 1000	●	●		●	
	Đặc tính thiết bị bán dẫn	●	●		●	
Phòng thí nghiệm bao bì tiên tiến	Phòng thí nghiệm bao bì tiên tiến	●	●		●	
	ATP	●	●		●	●
Khác	Phòng thí nghiệm robot và hệ thống nhúng	●		●		

- Các chương trình đào tạo hiện tại yêu cầu cơ sở vật chất hiện không có sẵn
- Cơ sở vật chất hiện có nhưng thiếu một số thiết bị chuyên dụng hoặc yêu cầu nâng cấp
- Cơ sở vật chất hiện có và được trang bị tốt

Nguồn: Tổng hợp bởi nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới dựa trên dữ liệu đánh giá cơ sở vật chất do các trường đại học và viện nghiên cứu thuộc ĐHQG-HCM (tập trung lĩnh vực bán dẫn) cung cấp.

Ghi chú: Chất lượng cơ sở vật chất tại các trường đại học thành viên và viện nghiên cứu trong mạng lưới ĐHQG-HCM có nhiều chênh lệch. ĐHQG-HCM cần nâng cấp và cải thiện cơ sở vật chất phục vụ giảng dạy và nghiên cứu. Ví dụ về các thiết bị chuyên dụng cần thiết như sau: Phòng thí nghiệm vi mạch số (Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM) cần được trang bị thêm các máy hiện sóng tốc độ cao, máy phân tích logic tốc độ cao, bộ màng cổng có thể lập trình trường – FPGA, máy phát tín hiệu dạng sóng, máy phân tích tín hiệu vectơ và bộ mô phỏng thiết kế vi mạch. Để phân tích đặc tính linh kiện/vật liệu, ngoài nhu cầu về phòng sạch, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM cần được trang bị thêm các thiết bị như kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM), kính hiển vi điện tử truyền qua độ phân giải cao (HR-TEM), hệ thống nhiễu xạ tia X (XRD), máy quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR), v.v.

Kết nối với nhu cầu vốn của hệ thống GDĐH – Khoa học – Công nghệ – ĐMST rộng hơn

Cần lưu ý rằng thách thức hạ tầng này không chỉ là vấn đề riêng của ngành bán dẫn. Trong toàn hệ thống GDĐH và R&D ở Việt Nam, tình trạng thiếu đầu tư hợp lý vào cơ sở vật chất cho đào tạo, phòng thí nghiệm và thiết bị đã kéo dài từ lâu. Các lĩnh vực như công nghệ sinh học, năng lượng tái tạo và khoa học vật liệu cũng đang gặp những thiếu hụt tương tự. Cam kết của Chính phủ về việc nâng mức chi cho khoa học, công nghệ và ĐMST lên khoảng 2% GDP phần nào phản ánh quyết tâm giải quyết vấn đề này. Một phần của nguồn vốn tăng thêm đó nên được dành để nâng cấp các cơ sở vật chất cho đào tạo chuyên ngành, phòng thí nghiệm R&D, cũng như cơ sở hạ tầng ĐMST nói chung.

Chính phủ Việt Nam đã triển khai cả cơ sở vật chất và các chính sách thúc đẩy ĐMST – tiêu biểu là NIC, mạng lưới Trung tâm ĐMST, khởi nghiệp các trường đại học, cao đẳng (VNEI), và VUDP. Chẳng hạn, NIC đã khai trương trung tâm đầu tàu tại Khu Công nghệ cao Hòa Lạc, một khu phức hợp 20.000 m² được trang bị phòng thí nghiệm tạo mẫu, văn phòng làm việc chung và trung tâm hội nghị, nhằm thu hút các công ty ĐMST và công ty công nghệ, đồng thời thúc đẩy nghiên cứu, chuyển giao công nghệ và thương mại hóa.^{29 30} Song song đó, mạng lưới VNEI kết nối các trung tâm ĐMST tại các cơ sở GDĐH trên toàn quốc, thúc đẩy không gian ĐMST, vườn ươm và phòng thí nghiệm hợp tác ngay trong khuôn viên trường để nuôi dưỡng tinh thần khởi nghiệp cho sinh viên và hợp tác với doanh nghiệp.³¹ Đồng thời, trong khuôn khổ VUDP, các cơ sở GDĐH lớn (như ĐHQG-HCM, ĐHQG-HN và ĐHĐN) đang nâng cấp cơ sở hạ tầng với các cơ sở nghiên cứu và ĐMST hiện đại – bao gồm cả các phòng thí nghiệm chuyên sâu trong các lĩnh vực ưu tiên như năng lượng tái tạo, công nghệ môi trường, khoa học khí hậu và nông nghiệp công nghệ cao.³²

Tuy nhiên, các không gian ĐMST này thường chưa được tích hợp chặt chẽ vào chương trình học và hoạt động nghiên cứu, cũng như thiếu kết nối chặt chẽ với các trung tâm công nghệ, vườn ươm và mạng lưới doanh nghiệp bên ngoài. Bên cạnh các chính sách hỗ trợ và dịch vụ thúc đẩy chuyển giao công nghệ, kỹ năng khởi nghiệp giúp thúc đẩy ĐMST trong cơ sở GDĐH, việc tiếp cận với cơ sở vật chất phù hợp cũng rất quan trọng để mang lại kinh nghiệm thực hành với các công cụ chế tạo cơ khí và kỹ thuật số, nuôi dưỡng óc sáng tạo và kỹ năng giải quyết vấn đề. Trên thế giới, các trường đại học ngày càng có xu hướng sở hữu hoặc liên kết chặt chẽ với các cơ sở ĐMST bên ngoài như các trung tâm hay không gian ươm tạo, trung tâm tăng tốc khởi nghiệp hay xưởng sáng chế. Ngoài các phòng thí nghiệm phục vụ đào tạo và nghiên cứu, các chương trình kỹ thuật hàng đầu còn đầu tư vào các xưởng được trang bị đầy đủ máy móc, công cụ và kỹ thuật viên hỗ trợ, chẳng hạn như các phòng thí nghiệm chế tác (fab lab), với năng lực chế tạo mẫu (máy in 3D, máy phay CNC, máy cắt laser).

Sự liên kết giữa các trung tâm ĐMST cấp cơ sở GDĐH cũng như giữa cơ sở GDĐH với hệ sinh thái ĐMST vẫn còn hạn chế. Đối với các trung tâm ĐMST tại ĐHQG-HCM và ĐHQG-HN, khi việc xây dựng bằng nguồn VUDP hoàn thành, điều cốt yếu là các trung tâm này cần được trang bị cơ sở vật chất và công nghệ hiện đại để hỗ trợ hợp tác liên ngành, tích hợp tốt hơn vào chương trình học và nghiên cứu hiện có (bao gồm hoạt động tạo mẫu và chế tạo thử nghiệm). Quan trọng không kém là đảm bảo sự gắn kết chặt chẽ với hệ sinh thái đổi mới rộng lớn hơn: kết nối cơ sở GDĐH (giảng viên và sinh viên) với các doanh nghiệp ĐMST, doanh nhân công nghệ và đối tác công nghiệp, đòi hỏi thúc đẩy hợp tác sâu rộng hơn và khuyến khích các mô hình đồng đầu tư và quản lý chung cho phép chia sẻ việc sử dụng, vận hành bền vững và chuyển nghiên cứu thành các giải pháp sẵn sàng cho thị trường.

Đánh giá này cho thấy chương trình phát triển nguồn nhân lực bán dẫn của Việt Nam cần đổi mới trực diện với bài toán cơ sở hạ tầng. Đối với một ngành như bán dẫn và các công nghệ chiến lược mà Việt Nam đang hướng tới, nguồn nhân lực và kết quả nghiên cứu sẽ chỉ phát triển nhanh tương ứng với năng lực của các phòng thí nghiệm, công cụ và cơ sở vật chất phục vụ đào tạo và hỗ trợ cho nguồn nhân lực đó. Đầu tư vào cơ sở hạ tầng giáo dục hiện đại và các mô hình đổi mới như cơ sở dùng chung cũng quan trọng như đầu tư vào con người.

²⁹ Asia Architecture và Design Awards. (2024). NIC – Trung tâm Đổi mới Sáng tạo Quốc gia. Thông tin lấy từ https://aadawards.com/winners-2024/NIC_National_Innovation_Center-tid50

³⁰ Vietnam National Innovation Center. (n.d.). Cơ sở Hòa Lạc – Trung tâm Đổi mới Sáng tạo Quốc gia. Thông tin lấy từ <https://nic.gov.vn/a/148436/CO-SO-HOA-LAC>

³¹ Bộ Kế hoạch và Đầu tư. (2024, ngày 16 tháng 5). Thứ trưởng Trần Duy Đông tham dự Diễn đàn Đổi mới Sáng tạo Quốc gia 2024. Thông tin lấy từ <https://www.mpi.gov.vn/en/Pages/2024-5-23/Deputy-Minister-Tran-Duy-Dong-attends-National-Inno201q0.aspx>

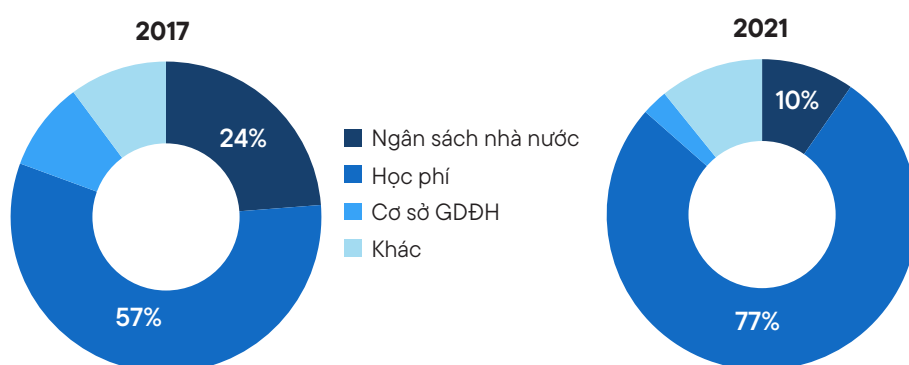
³² Ngân hàng Thế giới. (2024). VUDP: Đoàn công tác hỗ trợ thực hiện – November 18 to 29, 2024. Thông tin lấy từ <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099041525125139455>

3.5. Tài chính và các cơ chế khuyến khích cho đào tạo đại học và ĐMST

Chi NSNN cho các cơ sở GDĐH không theo kịp tốc độ tăng trưởng quy mô sinh viên, khiến các cơ sở GDĐH ngày càng phụ thuộc vào học phí (Hình 25). Các cơ sở GDĐH công lập hàng đầu của Việt Nam, được trao quyền tự chủ nhiều hơn, đã phải liên tục tăng học phí, trong khi tỷ trọng trợ cấp từ NSNN tính trên mỗi sinh viên giảm dần trong những năm gần đây.

Điều này dẫn đến một số hệ quả đối với khả năng tiếp cận giáo dục, công bằng và chất lượng cơ sở hạ tầng. Thứ nhất, sinh viên phải gánh phần chi phí giáo dục lớn hơn, điều này khiến họ ngần ngại theo học bậc sau đại học. Nhiều người không thấy đủ lý do cho việc theo học thạc sĩ hay tiến sĩ (và bỏ qua thu nhập trong thời gian học), nhất là khi họ có thể tìm được một công việc ngay sau khi nhận bằng cử nhân. Chi phí cơ hội cao dẫn đến rất ít người chọn con đường sau đại học, khiến số lượng học viên cao học, như đã đề cập ở trên, vẫn còn hạn chế. Việc mở rộng các chương trình học bổng cho bậc sau đại học (trong nước và nước ngoài) là cần thiết để thay đổi thực trạng này. Thứ hai, đội ngũ giảng viên ít được khuyến khích để chuyên môn hóa hoặc đổi mới phương pháp giảng dạy. Với nguồn tài trợ nghiên cứu hạn chế và khối lượng giảng dạy lớn, họ hầu như không có động lực để phát triển và đổi mới chương trình đào tạo liên quan đến bán dẫn. Thứ ba, do ngân sách eo hẹp, phòng thí nghiệm thực hành và các cơ sở liên quan ở nhiều cơ sở GDĐH đã lạc hậu hoặc không đáp ứng nhu cầu, như đã thảo luận trong phần trước. Đào tạo về bán dẫn đòi hỏi thiết bị đắt tiền (máy hiện sóng, bộ kit FPGA, phòng sạch phục vụ chế tạo, thiết bị kiểm thử và đo lường, v.v.), nhưng nhiều cơ sở GDĐH ở Việt Nam thiếu hụt những thiết bị này hoặc chỉ có một vài bộ mà sinh viên hiếm khi được sử dụng.

Hình 25. Nguồn thu của các cơ sở GDĐH công lập tại Việt Nam



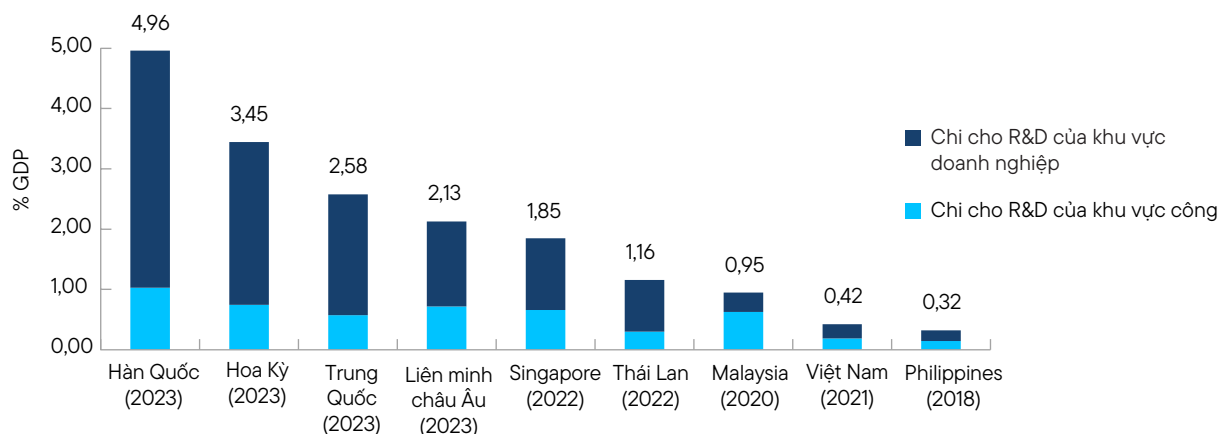
Nguồn: Ngân hàng Thế giới (2023).

Mức chi cho nghiên cứu nói chung tại Việt Nam cũng ở mức rất thấp, với nền tảng nghiên cứu trong khối doanh nghiệp gần như không đáng kể. Tổng chi cho R&D năm 2021 chỉ khoảng 0,4% GDP, thấp hơn nhiều so với mức 2%–5% của các nước khác trong khu vực và các nền kinh tế đang nổi lên, thậm chí thấp hơn cả Malaysia (Hình 26). Đặc biệt, chi cho R&D của doanh nghiệp chỉ chiếm 0,2% GDP, cho thấy rất ít doanh nghiệp thực hiện hoạt động ĐMST nội bộ đáng kể, so với chi R&D của khu vực doanh nghiệp chiếm khoảng 1,7% GDP ở Trung Quốc và 3,6% ở Hàn Quốc. Ngay cả ở các nước tầm trung bình trong ASEAN, khu vực tư nhân cũng chi nhiều hơn cho R&D so với Việt Nam. Nền tảng R&D khiêm tốn của khu vực tư nhân đồng nghĩa Việt Nam thiếu “lực kéo” từ phía ngành công nghiệp để thúc đẩy nghiên cứu tiên tiến và phát triển công nghệ chip mới. Tổng đầu tư cho R&D nhìn chung còn cách rất xa so với chính mục tiêu của Chính phủ (2% GDP vào năm 2030), và mức đầu tư hiện tại là không đủ để hình thành hệ sinh thái bán dẫn dựa trên ĐMST.

Hoạt động nghiên cứu và phát triển trong khu vực công kém hiệu quả và phân tán. Chi tiêu cho nghiên cứu của khu vực công chiếm tỷ trọng khá lớn trong tổng chi R&D so với một số nước tương đồng nhưng vẫn chưa chuyển hóa thành đầu ra tương xứng. Ngân sách R&D của Chính phủ được phân bổ dàn trải qua nhiều bộ ngành, cơ sở GDĐH và viện nghiên cứu. Các nhà khoa học gặp khó khăn trong việc tiếp cận các quỹ này

một cách hiệu quả. Các quỹ tài trợ cạnh tranh (như Quỹ Phát triển KH&CN Quốc gia – NAFOSTED) còn hạn chế và phân tán, cũng có quy trình thủ tục phức tạp khiến chậm tiến độ giải ngân. Nghiên cứu trong khu vực công thường còn chưa gắn với nhu cầu doanh nghiệp; các công ty cho biết nghiên cứu tại cơ sở GDĐH hiếm khi đem lại thông tin hữu ích. Về chung, bộ máy R&D công lập bị phân mảnh và thiên về hàn lâm, ít tập trung vào thương mại hóa, dẫn đến rất ít bằng sáng chế hoặc sản phẩm khởi nghiệp được tạo ra so với nguồn lực (ví dụ là doanh thu chuyển giao công nghệ chỉ chiếm dưới 1% toàn bộ doanh thu của các cơ sở GDĐH công lập). Sự kém hiệu quả này làm giảm đáng kể hiệu suất ĐMST trên mỗi đồng đầu tư công.

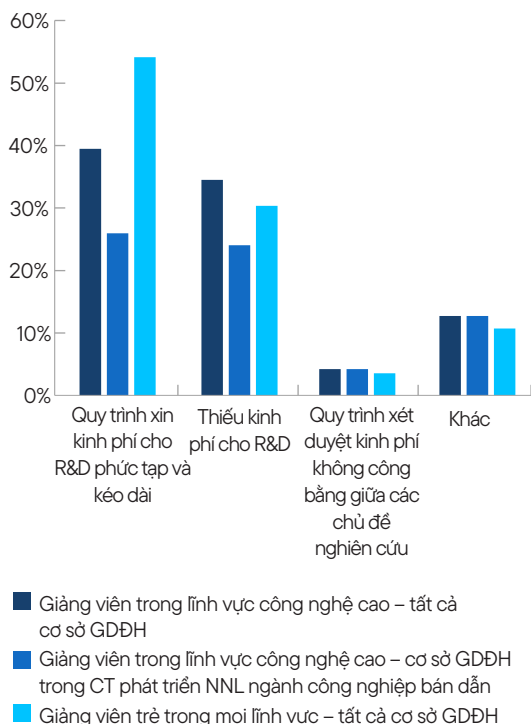
Hình 26. Chi cho R&D của khu vực công và khu vực doanh nghiệp



Nguồn: Hàn Quốc, Hoa Kỳ, Trung Quốc, Liên minh Châu Âu, Singapore: Cơ sở dữ liệu Chỉ số Khoa học và Công nghệ chính của OECD; Thái Lan: Viện Thống kê UNESCO (UIS), Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia Thái Lan; Malaysia: UIS, Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ Malaysia (Bộ Khoa học, Công nghệ và Đổi mới Malaysia); Việt Nam: UIS, Báo cáo 2024 của Bộ KH&CN Việt Nam; Philippines: UIS, Báo cáo Tóm tắt Ngân sách 2022 của Vụ Chính sách và Nghiên cứu Ngân sách Quốc hội Philippines.

Ghi chú: Chỉ tiêu công cho R&D (% GDP) được tính bằng hiệu số giữa tổng chi tiêu R&D (% GDP) và chi tiêu cho R&D của doanh nghiệp (% GDP). Tỷ trọng chỉ tiêu công trong tổng chi cho R&D của Việt Nam được tổng hợp từ Bộ KH&CN (2024). Dữ liệu của mỗi quốc gia lấy năm gần nhất có số liệu.

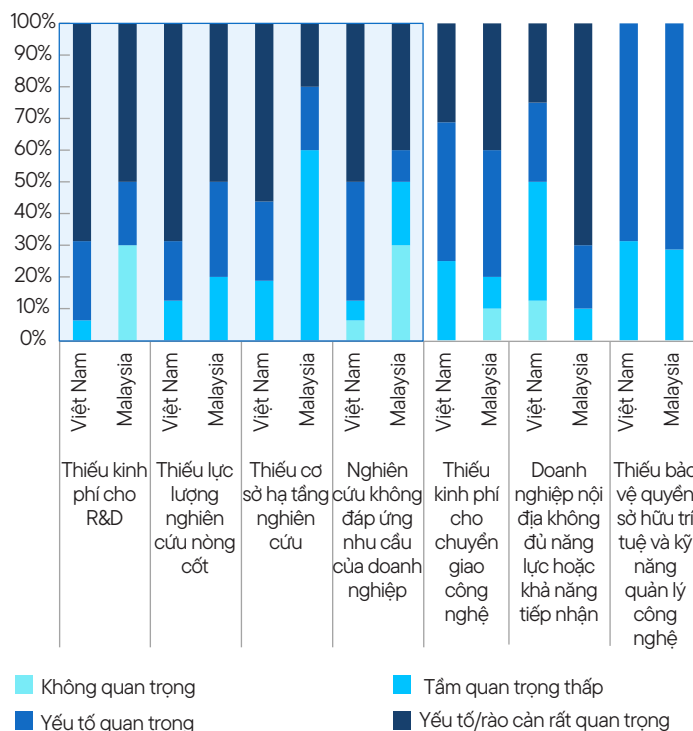
Hình 27. Các trở ngại đối với nhà nghiên cứu khi xin kinh phí R&D



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên khảo sát kỹ năng của Bộ GD&ĐT-NHTG năm 2022.

Ghi chú: CT là chương trình, NNL là nguồn nhân lực.

Hình 28. Các trở ngại trong việc nâng cao kết quả R&D tại các cơ sở GDĐH ở Việt Nam và Malaysia



Nguồn: của Ngân hàng Thế giới. 2021. Khảo sát xuyên quốc gia về Quy trình xin kinh phí nghiên cứu. Washington DC..

Các trở ngại chính mà tất cả các nhà nghiên cứu gặp phải khi xin tài trợ nghiên cứu bao gồm định mức và tiêu chuẩn tài trợ thấp, dẫn đến kinh phí phân bổ không thỏa đáng, và thủ tục xin tài trợ rườm rà, mất nhiều thời gian mới phê duyệt được (Hình 27, Hình 28). Các nhà nghiên cứu thuộc lĩnh vực công nghệ cao cũng phải đối mặt với những thách thức tương tự. Đối với các nhà nghiên cứu trẻ (dưới 36 tuổi, kinh nghiệm dưới 5 năm), thủ tục phức tạp, kéo dài là rào cản lớn nhất.

3.6. Nhân tài và ĐMST: hàm ý chính sách cho lộ trình vươn lên chuỗi giá trị bán dẫn của Việt Nam

Những kết quả từ đánh giá này cho thấy thiếu hụt nguồn nhân tài trình độ cao và năng lực ĐMST là những hạn chế căn bản kìm hãm tiến trình vươn lên trong chuỗi giá trị bán dẫn của Việt Nam. Hệ thống GDĐH của Việt Nam đang có một nền tảng vững chắc, có số lượng lớn sinh viên trong lĩnh vực STEM, một số cơ sở GDĐH uy tín với những sáng kiến hiện có có tiềm năng mở rộng, và sự ưu tiên ngày càng lớn của Chính phủ đối với ĐMST; tuy nhiên vẫn cần vượt qua các thách thức mang tính cấu trúc để đảm bảo nguồn cung nhân lực phục vụ cho bước nhảy vọt trong ngành bán dẫn. Đánh giá hiện trạng này cũng nhấn mạnh những lĩnh vực cần khẩn trương hành động: tăng cường chi tiêu cho R&D (đặc biệt từ phía doanh nghiệp), phát triển đào tạo sau đại học và nghiên cứu, xây dựng mối liên kết chặt chẽ giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp. Nếu thiếu nền tảng ĐMST nội địa (bao gồm nhân tài và nghiên cứu) Việt Nam sẽ mắc nguy cơ bị kẹt ở các hoạt động giá trị gia tăng thấp, trong khi các đối thủ cạnh tranh khác vươn lên các thang bậc cao hơn.

Các quốc gia đã thành công trong nâng cấp ngành công nghiệp đều chủ động xây dựng sự gắn kết chặt chẽ giữa nhân lực, R&D và ĐMST, được hỗ trợ bởi cơ sở hạ tầng hiện đại và các liên kết sâu rộng trong hệ sinh thái. Như sẽ đề cập ở Phần II, Singapore và Trung Quốc đều là những ví dụ hàng đầu ở tầm khu vực và thế giới. Họ kết hợp chặt chẽ phát triển vốn nhân lực với đầu tư R&D trong một chu trình tự củng cố lẫn nhau, dù quy mô, chính sách và cách triển khai khác nhau. Chiến lược “song sinh” này đã nhanh chóng tạo ra một “đội ngũ đông đảo các nhà khoa học trình độ cao” và những phòng thí nghiệm đẳng cấp thế giới, đưa Trung Quốc trở thành cường quốc ĐMST trong các lĩnh vực như AI, viễn thông và vật liệu mới. Cách tiếp cận tích hợp (về bản chất là gắn kết nguồn cung nhân tài, hoạt động nghiên cứu và khu vực doanh nghiệp) đã giúp Singapore thu hút các trung tâm R&D và nhà máy bán dẫn tiên tiến dù chỉ là ở quy mô nhỏ.

Đối với Việt Nam, bài học rút ra là phát triển nhân tài và ĐMST một cách tham vọng có thể mang lại kết quả nhanh chóng, nhưng chỉ khi thực hiện đồng bộ và trên quy mô lớn. Cách tiếp cận còn rời rạc hiện nay của Việt Nam (GDĐH tách rời nghiên cứu và cả hai cùng xa cách doanh nghiệp) cần chuyển đổi theo hướng trên để đạt được những bước tiến tương tự. Các chương trình đào tạo hoặc thu hút một khối lượng tiến sĩ nhất định, kết hợp với các trung tâm xuất sắc được đầu tư tốt về lĩnh vực bán dẫn, cũng có thể thúc đẩy Việt Nam vươn lên phân đoạn cao hơn trong chuỗi giá trị bán dẫn. Ngược lại, nếu thiếu những nỗ lực này, các chính sách thu hút dự án công nghệ cao (nhà máy sản xuất, trung tâm thiết kế) có thể không đạt kết quả như mong đợi – các công ty sẽ đặt nhà máy ở nơi có sẵn nhân tài.

Giải pháp nào cũng không mang lại hiệu quả tức thì, đều đòi hỏi các cải cách chiến lược, bền bỉ. Do đó, Phần II của báo cáo sẽ đề xuất một lộ trình chính sách tích hợp với nhiều biện pháp từ học bổng, tài trợ nghiên cứu cho đến tăng cường quan hệ đối tác với doanh nghiệp, nhằm xây dựng “vòng quay” nhân tài- ĐMST riêng của Việt Nam. Mục tiêu là đảm bảo Việt Nam không chỉ có nhiều kỹ sư hơn, mà quan trọng hơn là có đúng loại kỹ sư và nhà khoa học để dẫn dắt tương lai ngành bán dẫn.

PHẦN II.

CÁC GIẢI PHÁP CAN THIỆP TÍCH HỢP CHO THAM VỌNG TRỞ THÀNH TRUNG TÂM NHÂN TÀI BÁN DẪN TOÀN CẦU



Phần này phác họa về hệ sinh thái GDĐH và ĐMST tích hợp của Việt Nam, với mục tiêu đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao và thúc đẩy ĐMST. Như đã thảo luận ở Phần I, mặc dù có tham vọng lớn và sở hữu những nền tảng cơ bản (một lượng lớn sinh viên tốt nghiệp các ngành STEM và nỗ lực mạnh mẽ từ phía lãnh đạo), Việt Nam vẫn đang đối mặt với những thách thức đan xen đa chiều về kỹ năng, năng lực hệ thống GDĐH và cơ sở hạ tầng. Các giải pháp can thiệp được đề xuất nhằm tháo gỡ những hạn chế mang tính cấu trúc căn bản, đồng thời phù hợp với các định hướng chính sách gần đây về đột phá trong phát triển nguồn nhân lực, công nghệ và ĐMST.

Xét cho cùng, các doanh nghiệp sẽ tìm đến những nơi có sự hội tụ nhân tài và nghiên cứu tiên tiến, và nhiệm vụ của Việt Nam là kiến tạo môi trường đó thông qua cải cách và đầu tư bền vững. Trường hợp của Trung Quốc và Singapore, như đã đề cập ở Phần I và minh họa tại Hộp 1 và Hộp 3 dưới đây, cho thấy rằng hoàn toàn có thể tiến bộ đáng kể nếu có đủ các yếu tố phù hợp và đầu tư dài hạn vào nhân tài và ĐMST. Có thể thấy qua sự phát triển của Trung Quốc thành một cường quốc ĐMST công nghệ rằng việc kết nối chính sách phát triển nguồn nhân lực với nghiên cứu và phát triển (R&D) có thể đem lại những bước tiến vượt bậc: chỉ trong một thế hệ, Trung Quốc đã vươn từ lắp ráp giá trị thấp lên thành nước dẫn đầu toàn cầu về ĐMST, với doanh nghiệp và trường đại học thúc đẩy ranh giới công nghệ. Trong nhiều thập kỷ, Singapore xem phát triển nhân lực và R&D theo định hướng sứ mệnh là hai bánh răng gắn kết của cùng một “bánh đà”. Tuy quy mô và bối cảnh của Việt Nam có sự khác biệt, việc đi theo chiến lược tương tự, lấy trọng tâm là phát triển nhân tài và tăng cường kết nối R&D toàn cầu, có thể đẩy nhanh và duy trì vững quá trình vươn lên chuỗi giá trị bán dẫn của Việt Nam.

Môi trường chính sách tại Việt Nam Đến năm 2025 đã đánh dấu nhiều bước phát triển thuận lợi hơn nhiều cho cải cách GDĐH và ĐMST. Sự hội tụ của cam kết mạnh mẽ từ Chính phủ – thông qua tầm nhìn của Nghị quyết 57-NQ/TW, khung pháp lý mới theo Nghị quyết 193/QH15 và Nghị định 88/2025/NĐ-CP, cùng nguồn lực tài chính như Quỹ Đổi mới Sáng tạo Quốc gia – đã tạo ra cơ hội để Việt Nam nhào nặn về năng lực ĐMST. Đây là những mốc đánh dấu sự chuyển dịch sang mô hình phát triển đồng bộ hơn và theo định hướng sứ mệnh. Về chung, các công cụ này cùng nhau: (a) đặt ra tầm nhìn chiến lược tham vọng (NQ57-NQ/TW) và kế hoạch hành động (NQ03/NQ-CP) cho phát triển dựa vào khoa học-công nghệ-ĐMST và chuyển đổi số; (b) tạo khung pháp lý để thí điểm các chính sách KH&CN và ĐMST mới (193/QH15) và triển khai ngay các chính sách đó (88/2025/NĐ-CP) – hình thành môi trường linh hoạt hơn cho nghiên cứu, GDĐH và ĐMST; và (c) cung cấp hỗ trợ tài chính đáng kể để hiện thực hóa các nỗ lực này, đặc biệt trong các lĩnh vực công nghệ chiến lược được ưu tiên (xem tóm tắt bối cảnh chính sách ở Phụ lục 6).

Phần II của báo cáo xác định các ưu tiên cải cách và đưa ra các khuyến nghị dựa trên những gì Chính phủ đã cam kết thực hiện, đồng thời đề xuất bổ sung các biện pháp cần thiết để đảm bảo thành công. Phần này trình bày một nhóm giải pháp can thiệp tích hợp, xoay quanh bốn trụ cột:

- (1) Thấp lửa nhân tài,
- (2) Xây dựng cơ sở hạ tầng R&D dùng chung,
- (3) Thúc đẩy ĐMST giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp, và
- (4) Quản trị & tài chính hướng tới kết quả.

Mỗi trụ cột bao gồm các hành động cụ thể về chính sách và đầu tư. Các khuyến nghị trong báo cáo chính sách này củng cố định hướng của Chính phủ bằng cách tập trung vào các chi tiết triển khai: điều phối, thứ tự ưu tiên và điều chỉnh theo các thông lệ quốc tế tốt nhất. Mục tiêu của các khuyến nghị là đẩy nhanh việc thực thi và giảm thiểu rủi ro bằng cách đảm bảo mọi thành tố trong hệ sinh thái cùng chuyển động đồng bộ.

Các đề xuất khuyến nghị này tuân theo những nguyên tắc và tiêu chí lựa chọn sau:

- *Thu hẹp khoảng cách hiện tại và đón đầu tương lai:* Mỗi hành động được lựa chọn để vừa giải quyết tình trạng thiếu kỹ năng hiện nay, vừa đón đầu khoảng cách sẽ phát sinh trong tương lai khi Việt Nam vươn lên các phân đoạn giá trị cao hơn trong chuỗi giá trị.

- *Xây dựng hoàn chỉnh nguồn nhân tài – từ lực lượng lao động hiện tại đến nguồn lao động trong tương lai:* Các giải pháp vừa củng cố đội ngũ các nhà khoa học, kỹ sư và kỹ thuật viên hiện có, vừa mở rộng số lượng sinh viên tốt nghiệp và người lao động được đào tạo nâng cao hàng năm.
- *Hoạt động đồng thời trên cả ba biên thiếu hụt:* Các can thiệp được đề xuất nhằm gia tăng biên số lượng (tăng quy mô nhân tài đủ tiêu chuẩn), biên sâu (nâng cao mức độ chuyên môn, liên ngành, kiến thức và kỹ năng tiên tiến), và biên tích hợp (kết nối đào tạo – việc làm, từ phòng thí nghiệm đến nhà máy, tích hợp R&D vào đào tạo).
- *Kết hợp “thắng lợi nhanh” với thành quả dài hạn:* Những kết quả sớm, dễ thấy (như các khóa đào tạo ngắn hạn, chia sẻ giấy phép EDA) sẽ tạo đà, đặt nền móng (phòng sạch, đội ngũ tiến sĩ,...) cho các mục tiêu giai đoạn 2030.
- *Tăng cường, thích ứng và tiến đến chương trình “Công nghệ chiến lược” rộng hơn:* Dù các khuyến nghị hiện tập trung cho lĩnh vực bán dẫn, nhưng mỗi công cụ chính sách đều có thể mở rộng áp dụng sang các công nghệ chiến lược khác khi được xác định phạm vi và ngân sách.

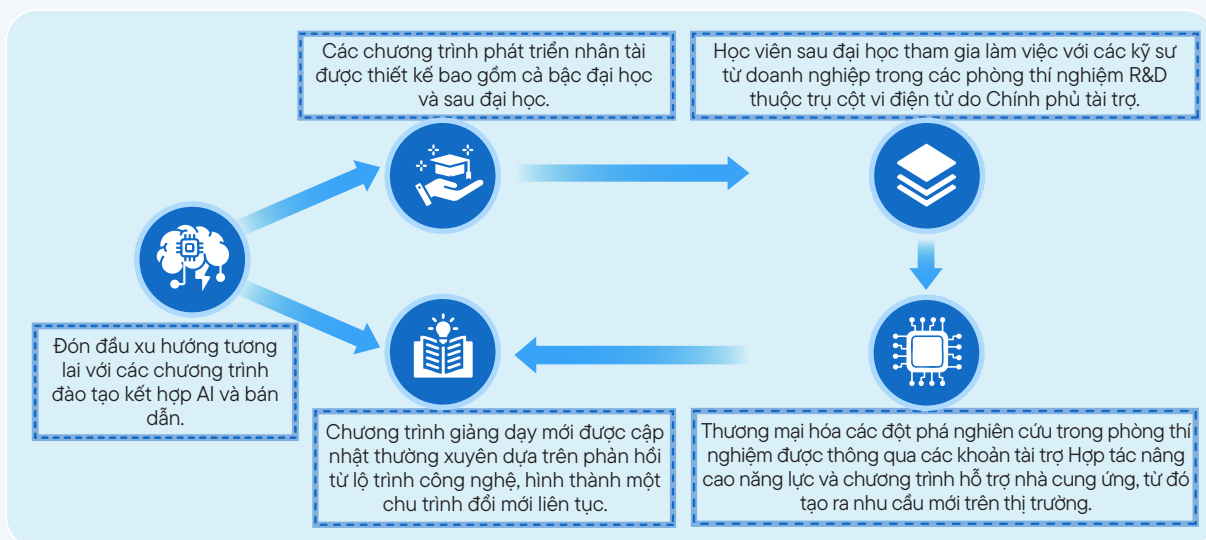
Mục tiêu tổng thể là đảm bảo các cơ sở GDĐH, viện nghiên cứu và doanh nghiệp có thể hợp tác và ĐMST hiệu quả. Qua đó Việt Nam không chỉ phát triển lực lượng lao động có kỹ năng và các kết quả R&D phục vụ cho tương lai công nghệ cao, mà còn đóng vai trò chất xúc tác để tạo ra việc làm chất lượng cao và phù hợp với tương lai, hỗ trợ tăng trưởng kinh tế bền vững. Phụ lục 7 tóm tắt phân tích SWOT về các đề xuất can thiệp trong báo cáo này, trình bày những điểm mạnh và điểm yếu nội tại của Việt Nam, cũng như những cơ hội và thách thức bên ngoài trong phát triển hệ sinh thái nhân tài chất bán dẫn.

Bảng 8. Bốn trụ cột can thiệp và các biện pháp: Mức độ ưu tiên và tính khả thi

Trụ cột can thiệp và biện pháp	Ưu tiên	Khả thi
TRỤ CỘT 1 – Thấp lửa nhân tài – từ giảng đường đến phòng sạch và phòng thiết kế		
1. Chương trình Học bổng bán dẫn cho đào tạo sau đại học	NH	Cao
2. Nâng cao kỹ năng chuyên sâu và chuyển đổi nghề nghiệp	NH	Cao
3. Quỹ/Chương trình giảng viên xuất sắc	NH	Trung bình
4. Học bổng giảng viên bán dẫn (đội ngũ nòng cốt)	DH	Trung bình
5. Trải nghiệm tại doanh nghiệp: thực tập, học việc	NH	Cao
6. Cải cách chương trình đào tạo gắn với doanh nghiệp	NH	Cao
TRỤ CỘT 2 – Xây dựng cơ sở hạ tầng R&D dùng chung		
7. “Kho chung” quốc gia về thiết kế & chế tạo nguyên mẫu vi mạch	TH	Trung bình
8. Chương trình nâng cấp phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH (cả đào tạo & nghiên cứu)	NH	Cao
9. Cơ sở thí điểm đóng gói và kiểm thử tiên tiến	TH	Trung bình
10. Đối tác công-tư (PPP) phát triển hạ tầng quy mô và tác động lớn	TH & DH	Thấp – Trung bình
TRỤ CỘT 3 – Thúc đẩy ĐMST giữa Cơ sở GDĐH – Doanh nghiệp – Chính phủ		
11. Liên kết tài trợ đối ứng cho R&D	NH	Cao
12. Văn phòng chuyển giao công nghệ, quỹ thương mại hóa & phiếu khởi nghiệp	TH	Trung bình
13. Chương trình “VITALS” và các trung tâm ĐMST thí điểm gắn kết cơ sở GDĐH -doanh nghiệp, liên kết FDI-nội địa	TH	Cao
TRỤ CỘT 4 – Quản trị & Tài chính hướng tới kết quả		
14. Hội đồng Nhân tài bán dẫn (cơ quan chỉ đạo)	NH	Cao
15. Nền tảng tài chính một cửa	NH	Trung bình
Ghi chú: NH – ngắn hạn (2025-2026), TH – trung hạn (2027-2030), DH – dài hạn (2031-2035)		

Hộp 1. Mô hình “bánh đà” tích hợp nhân tài – ĐMST trong ngành bán dẫn của Singapore

Singapore coi phát triển nhân lực và R&D theo định hướng sứ mệnh là hai bộ phận không tách rời của cùng một “bánh đà” để thúc đẩy ngành công nghiệp bán dẫn và ĐMST.³³



1. Nguồn cung nhân tài: các chương trình thu hút sớm, đào tạo chuyên sâu, chuyển đổi nghề nghiệp liên tục kết hợp lại giúp doanh nghiệp tin tưởng luôn có sẵn nguồn nhân lực chất lượng cao ở mọi node công nghệ – từ kỹ thuật viên vận hành đến các nhà khoa học.

- **Tiếp xúc từ sớm.** Học bổng Ngành Công nghiệp Singapore (SgIS) tài trợ học phí và đảm bảo việc làm có ràng buộc, trong khi Trại hè Thiết kế vi mạch hằng năm giới thiệu cho sinh viên năm 2 trở lên các thử thách thiết kế.
- **Sau đại học tại phòng thí nghiệm/nhà máy.** Chương trình Sau đại học ngành công nghiệp (IPP) đồng tài trợ cho học viên sau đại học/tiến sĩ dành ít nhất một nửa thời gian tại các phòng sạch và phòng thí nghiệm của doanh nghiệp.
- **Lộ trình kỹ thuật viên.** Cả 5 trường bách khoa và Học viện Giáo dục Kỹ thuật đều đồng thiết kế các chương trình đào tạo kỹ thuật viên với doanh nghiệp, cung ứng đội ngũ kỹ thuật viên lành nghề cho các nhà máy sản xuất (fab) vận hành 24/7.
- **Chuyển đổi giữa sự nghiệp.** Các chương trình chuyển đổi nghề nghiệp do Hiệp hội Công nghiệp Bán dẫn Singapore (SSIA) cùng Cục Phát triển Kinh tế (EDB) đồng tổ chức, đào tạo lại kỹ sư từ các ngành lân cận.

2. R&D dài hạn, định hướng sứ mệnh với quy định gắn liền phát triển nhân tài thông qua chương trình Nghiên cứu, Đổi mới và Doanh nghiệp (RIE2025) với ngân sách 28 tỷ Đô la Singapore.³⁴ Bốn trụ cột về vi điện tử được cấp kinh phí nhiều năm, trong đó các dự án được tỷ lệ đồng tài trợ cao hơn khi có học viên sau đại học đào tạo tại Singapore tham gia. Các trụ cột gồm: (1) tích hợp dị thể & đóng gói tiên tiến – với các cơ sở như Trung tâm Xuất sắc Applied Materials–IME và Trung tâm “Chiplet” SHINE của ĐHQG Singapore (NUS) trang bị dây chuyền thí điểm gắn kết chip lai (hybrid bonding) cho đóng gói 2.5D/3D; (2) bán dẫn công suất dài tần rộng; (3) cảm biến & bộ truyền động; và (4) chip AI biên & quang tử.

3. Liên kết hệ sinh thái nhằm phát triển nhà cung ứng và lan toả tri thức sang doanh nghiệp vừa và nhỏ (SME). Singapore cũng đồng tài trợ các hợp tác ngành với mục đích nội địa hoá chuỗi cung ứng và thúc đẩy lan toả đổi mới qua chương trình PACT tăng cường.³⁵ Chương trình này hỗ trợ 5 hình thức hợp tác giữa tập đoàn đa quốc gia (MNC) và SME, giữ tri thức ở lại trong nước và nâng cấp các doanh nghiệp nội địa cùng với các nhà máy sản xuất chủ chốt – gồm phát triển nhà cung ứng, đồng đổi mới, nâng cao năng lực, vươn ra quốc tế, và đầu tư khởi nghiệp doanh nghiệp. Các khoản tài trợ PACT đảm bảo SME nội địa nắm bắt được bí quyết về đóng gói và thiết kế tiên tiến từ các MNC, giữ kiến thức đó ở lại hệ sinh thái trong nước.

Nguồn: Nhóm chuyên gia của Ngân hàng Thế giới tổng hợp từ nhiều tài liệu.

³³ Singapore Economic Development Board (EDB). 2024. Yếu tố nào khiến Singapore trở thành điểm đến hàng đầu cho các công ty bán dẫn tiên phong trong đổi mới sáng tạo? Singapore. Thông tin lấy từ <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/what-makes-singapore-a-prime-location-for-semiconductor-innovation.html>

³⁴ Văn phòng Thủ tướng Singapore (PMO). 2024. Phát biểu của Phó Thủ tướng Heng Swee Keat tại Lễ trao Giải thưởng Khoa học & Công nghệ của Tổng thống 2024. Singapore. Retrieved from <https://www.pmo.gov.sg/Newsroom/DPM-Heng-Swee-Keat-at-PSTA-2024>

³⁵ EDB. 2024. Chương trình Đối tác Nâng cao Năng lực (PACT) – Tài liệu thông tin (COS 2024). Singapore.

1. THẮP LỬA NHÂN TÀI – TỪ GIẢNG ĐƯỜNG ĐẾN PHÒNG SẠCH VÀ PHÒNG THIẾT KẾ

Trụ cột này tập trung phát triển nguồn cung nhân tài – bao gồm cả nguồn nhân lực hiện tại và nguồn nhân lực mới – thông qua giáo dục và đào tạo, cũng như nâng cao kỹ năng (đào tạo sau đại học, chứng chỉ, v.v.). Mục tiêu là đẩy nhanh số lượng và chất lượng chuyên gia Việt Nam trong lĩnh vực bán dẫn và các ngành STEM liên quan. Kinh phí sẽ đến từ nhiều nguồn: chủ yếu từ NSNN (học bổng từ NSNN), kết hợp với đóng góp từ khu vực tư nhân (học bổng do công ty tài trợ, chương trình thực tập có lương).

Bảng 9. Trụ cột “Thắp lửa nhân tài”: Ba lĩnh vực hành động ưu tiên và các biện pháp tương ứng

1. Đào tạo sau đại học & nâng cao kỹ năng	1. Chương trình Học bổng Bán dẫn cho đào tạo sau đại học 2. Đào tạo nâng cao/ đào tạo lại có mục tiêu: bootcamp, đào tạo ngắn hạn, cấp chứng chỉ cho kỹ sư & kỹ thuật viên từ các ngành lân cận (như dịch vụ lập trình máy vi tính, sản xuất linh kiện điện tử)
2. Đội ngũ giảng viên / nhà nghiên cứu xuất sắc	3. Quỹ/Chương trình giảng viên xuất sắc: trao đổi giảng viên, mời giáo sư nước ngoài sang Việt Nam, đồng tài trợ nghiên cứu sinh sau tiến sĩ, cấp kinh phí và đảm bảo để án nghiên cứu và vị trí khi giảng viên quay về, chức danh giáo sư thực hành 4. Chương trình học bổng bán dẫn cho giảng viên (để hình thành nhóm giảng viên/nghiên cứu nòng cốt)
3. Gắn kết với doanh nghiệp	5. Trải nghiệm trong doanh nghiệp: chương trình thực tập, học việc 6. Đổi mới chương trình đào tạo gắn với doanh nghiệp

1.1. Mở rộng đào tạo sau đại học và nâng cao kỹ năng

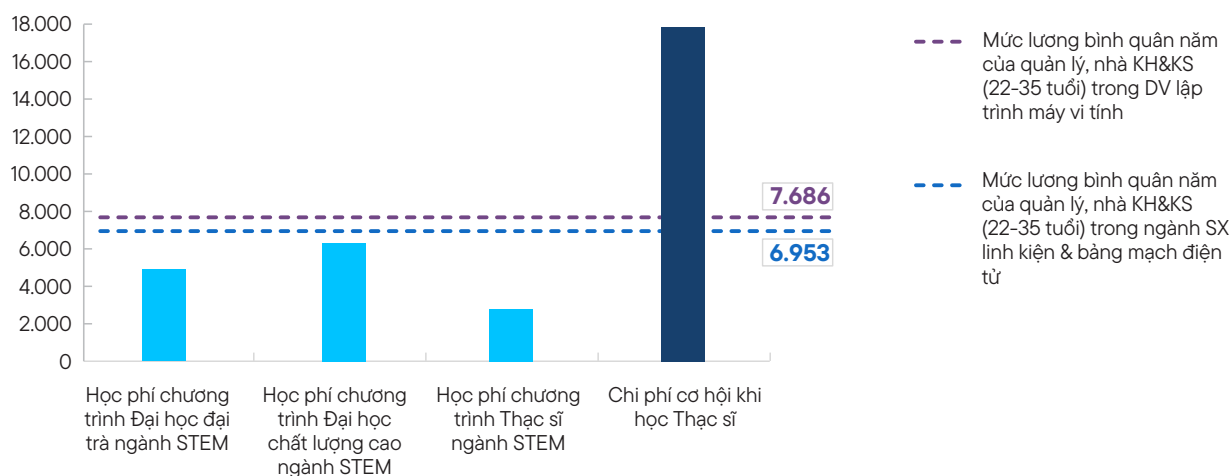
Ưu tiên hàng đầu và quan trọng nhất là đầu tư vào giáo dục sau đại học và các chương trình đào tạo chuyên môn ngắn hạn nâng cao kỹ năng khác. Thiếu hụt nhân lực trình độ sau đại học là điểm nghẽn giới hạn quy mô và chất lượng đào tạo (thông qua đội ngũ giảng viên), mở rộng các hoạt động R&D và thiết kế vi mạch, cũng như đảm bảo giữ chân nhân tài hàng đầu cho toàn bộ hệ sinh thái. Điều này không chỉ đúng với ngành bán dẫn mà còn đối với cả các ngành công nghệ cao khác.

Chương trình học bổng sau đại học và đào tạo liên kết quốc tế

Một chương trình học bổng bán dẫn có thể cung cấp học bổng, sinh hoạt phí hoặc miễn giảm học phí cho ít nhất 500 học viên thạc sĩ và tiến sĩ mỗi năm trong các lĩnh vực STEM trọng yếu, trong vòng 5–7 năm tới. Mức hỗ trợ và ưu đãi phải tiệm cận với mức thị trường và đủ bù đắp chi phí cơ hội khi theo học sau đại học (Hình 29). Chương trình có thể tham khảo mô hình Brain Korea 21 (BK21) của Hàn Quốc hoặc chương trình học bổng chính phủ của Đài Loan (Trung Quốc) – những sáng kiến đã góp phần giúp các nước này xây dựng đội ngũ nhân lực R&D. Việc tuyển chọn nên tập trung vào các lĩnh vực then chốt đối với chuỗi giá trị bán dẫn (vi điện tử, vật liệu nano, kỹ thuật máy tính, v.v.), và kết hợp đào tạo sau đại học trong nước và ở nước ngoài, kèm theo các thỏa thuận ràng buộc rõ ràng yêu cầu học viên trở về phục vụ đất nước. Mục tiêu là đến năm 2030, Việt Nam ít nhất tăng gấp đôi hoặc gấp ba số lượng thạc sĩ/tiến sĩ tốt nghiệp hàng năm trong các lĩnh vực này.

Hình 29. Học phí và chi phí cơ hội đối với những sinh viên tiềm năng theo học thạc sĩ tại Việt Nam

Đơn vị: USD năm 2023



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên học phí do các trường đại học công bố và điều tra LĐVL 2023.

Ghi chú: Mức học phí tính cho toàn bộ chương trình. Chương trình Cử nhân thường kéo dài 4-5 năm, Thạc sĩ khoảng 1,5-2 năm. Chi phí cơ hội của học viên Thạc sĩ trong thời gian học tương đương học phí trung bình chương trình Thạc sĩ STEM cộng với mức lương trung bình năm của lao động trẻ có trình độ đại học trong dịch vụ (DV) lập trình máy vi tính và sản xuất (SX) linh kiện & bảng mạch điện tử. KH&KS là khoa học và kỹ sư.

Song song đó, các chương trình thạc sĩ và tiến sĩ trong nước có thể được củng cố thông qua việc hợp tác giữa các cơ sở GDĐH Việt Nam với các chương trình hàng đầu ở nước ngoài. Các cơ sở GDĐH kỹ thuật hàng đầu tại Việt Nam đã hợp tác và có thể tăng cường hợp tác với các trường đại học ở nước ngoài để đồng thiết kế và triển khai các chương trình thạc sĩ, tiến sĩ kết hợp trong lĩnh vực Kỹ thuật Bán dẫn và các ngành liên quan. Nghiên cứu sinh có bằng tiến sĩ có thể được đồng hướng dẫn bởi giảng viên từ Việt Nam và từ trường đại học đối tác nước ngoài. Cách tiếp cận này sẽ đảm bảo chương trình đào tạo và nghiên cứu đạt tiêu chuẩn quốc tế. Phần tiếp theo sẽ trình bày về cách Chính phủ có thể tài trợ cho các chương trình trao đổi giảng viên và mời giáo sư thỉnh giảng để hỗ trợ các chương trình liên kết này.

Các cơ sở GDĐH nòng cốt ở Việt Nam triển khai các chương trình sau đại học này có thể áp dụng mô hình kết hợp, dung hòa giữa điều phối tập trung và tự chủ cấp khoa. Mô hình này đòi hỏi một Văn phòng Đào tạo Sau đại học tập trung, được đầu tư nguồn lực tốt và lãnh đạo bởi một trưởng ban chuyên trách, để giám sát các chính sách chung về đào tạo sau đại học trên phạm vi toàn trường, đảm bảo chất lượng, tiêu chuẩn tuyển sinh và cơ chế cấp kinh phí (cho học viên). Trong khi đó, từng khoa chuyên môn chịu trách nhiệm thiết kế và thực hiện chương trình đào tạo sau đại học cụ thể của mình, quản lý phát triển chương trình, đội ngũ giảng viên hướng dẫn học viên, và phối hợp hoạt động thí nghiệm theo các hướng dẫn chung cấp trường. Cả văn phòng trung tâm và các khoa nên phối hợp chặt chẽ với phòng hướng nghiệp, các đối tác doanh nghiệp và Chính phủ để hỗ trợ cơ hội việc làm cho học viên tốt nghiệp từ chương trình học bổng.

Hộp

2.

Bài học kinh nghiệm quốc tế – Đại học và doanh nghiệp cùng hợp tác thiết kế và triển khai chương trình sau đại học

Chương trình Sau đại học TSMC tại Đài Loan (Trung Quốc): TSMC từ lâu đã hợp tác với các trường đại học trong nước, tài trợ các viện đào tạo sau đại học chuyên ngành về chất bán dẫn.³⁶ TSMC cùng thiết kế chương trình học và tạo điều kiện để sinh viên tham gia dự án thực tiễn. Nhiều học viên Thạc sĩ/Tiến sĩ có người hướng dẫn từ TSMC song song với giáo sư tại trường đại học, và họ thường gia nhập TSMC ngay sau khi tốt nghiệp. Mô hình này đảm bảo sự gắn kết chặt chẽ giữa học thuật và doanh nghiệp, đồng thời cung cấp nguồn nhân lực trình độ cao ổn định cho công ty. Việt Nam có thể học tập mô hình này bằng cách khuyến khích các nhà tuyển dụng lớn (như Samsung, Intel) đồng tài trợ học bổng hoặc để án tốt nghiệp. Về cơ bản, mô hình này là nguồn cung nhân lực liên tục, trong đó các doanh nghiệp tham gia tích cực vào quá trình đào tạo lực lượng lao động tương lai của mình ngay trong thời gian họ còn học sau đại học.

Hoạt động Marie Skłodowska-Curie (MSCA) của Châu Âu³⁷ (chi tiết trong hình bên dưới): Đây là chương trình tài trợ cạnh tranh hàng đầu của EU nhằm tăng cường lực lượng nghiên cứu bằng cách khuyến khích người trẻ theo đuổi sự nghiệp nghiên cứu, thu hút và giữ chân các nhà nghiên cứu hàng đầu, cũng như tái hòa nhập các chuyên gia kiều bào. Các khoản tài trợ được đồng tài trợ bởi EU và các trường đại học tham gia, hoặc các liên minh trường đại học và các tổ chức khác.

Chương trình Tiến sĩ Doanh nghiệp (Industrial Doctorates) là chương trình đào tạo tiến sĩ do MSCA tài trợ, có mục tiêu thúc đẩy quan hệ hợp tác giữa trường đại học và doanh nghiệp. Nghiên cứu sinh có bằng tiến sĩ được hướng dẫn chung bởi các cố vấn trong trường đại học và cố vấn ngoài trường, và phải dành ít nhất 50% thời gian nghiên cứu tại các tổ chức ngoài học thuật. Hạn mức tài trợ (tính bằng số lượng nghiên cứu sinh có bằng tiến sĩ được tài trợ mỗi liên minh) dành cho tiến sĩ doanh nghiệp cao hơn so với các Mạng lưới tiến sĩ tiêu chuẩn, qua đó khuyến khích hợp tác quy mô lớn.

1 Mạng lưới đào tạo tiến sĩ

Chương trình đào tạo tiến sĩ triển khai trong và ngoài môi trường học thuật, bao gồm tiến sĩ liên kết và tiến sĩ có thời gian tại doanh nghiệp

2022: 428 triệu Euro

2023: 435 triệu Euro

2 Học bổng sau tiến sĩ

Hỗ trợ cho các nhà nghiên cứu sau tiến sĩ xuất sắc

2022: 257 triệu Euro

2023: 260 triệu Euro

3 Trao đổi nhân sự nghiên cứu

Hỗ trợ hoạt động trao đổi nhân sự nghiên cứu và đổi mới sáng tạo

2022: 77 triệu Euro

2023: 79 triệu Euro

4 Đồng tài trợ (COFUND)

Đồng tài trợ cho các chương trình đào tạo tiến sĩ và sau tiến sĩ

2022: 95 triệu Euro

2023: 97 triệu Euro

5 MSCA và công chúng

Sự kiện kết nối cộng đồng

2023: 15 triệu Euro

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp từ nhiều tài liệu.

Nâng cao kỹ năng chuyên sâu và chuyển đổi nghề nghiệp

Trước yêu cầu kỹ năng thay đổi nhanh chóng và công nghệ tiến bộ liên tục, việc thiết lập mô hình nâng cao kỹ năng chuyên sâu và chuyển đổi chuyên môn liên tục cho lực lượng lao động bán dẫn hiện có của Việt Nam cũng như nhân lực từ các lĩnh vực liên quan là điều hết sức cần thiết. Các chương trình phát triển lực lượng lao động này là chìa khóa để thúc đẩy văn hóa học tập suốt đời trong bối cảnh công nghệ thay đổi nhanh chóng.

Việt Nam đã có những bước triển khai đáng chú ý trong các lĩnh vực này. NIC thuộc Bộ Tài chính đã khởi động Chương trình Đào tạo và Ươm tạo Bán dẫn hợp tác với các đối tác doanh nghiệp của Hoa Kỳ. Chẳng hạn, vào tháng 7/2024, NIC đã hợp tác với Qorvo và Cadence để triển khai các khóa đào tạo nhằm hướng tới mục

³⁶ Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC). Không đề ngày. Các chương trình hợp tác đại học của TSMC: Nghiên cứu điển hình ESG. Thông tin lấy từ Thông tin lấy từ: <https://esg.tsmc.com/csr/en/update/innovationAndService/caseStudy/2/index.html>

³⁷ Ủy ban Châu Âu. 2021. Hành động Marie Skłodowska-Curie 2021-2027 – Tài liệu thông tin. Brussels.

Thông tin lấy từ Thông tin lấy từ: https://marie-skłodowska-curie-actions.ec.europa.eu/sites/default/files/2021-06/MSCA_2021_27-factsheet_FINAL.pdf

tiêu 50.000 kỹ sư ngành bán dẫn vào năm 2030.³⁸ Các khóa học thiết kế vi mạch tương tự (analog) đã bắt đầu mở, với chuyên gia từ doanh nghiệp trực tiếp giảng dạy cho sinh viên Việt Nam. Giữa năm 2025, Lam Research – công ty thiết bị bán dẫn hàng đầu của Hoa Kỳ – cam kết hỗ trợ phát triển nhân lực ngành bán dẫn Việt Nam bằng cách cung cấp thiết bị đào tạo và công nghệ hiện đại cho một số cơ sở GDĐH Việt Nam.³⁹ Ngoài ra, các cơ sở GDĐH lớn như ĐHQG-HCM đã ký kết với các công ty như Marvell và Synopsys để đưa thiết kế vi mạch vào chương trình đào tạo, với mục tiêu đào tạo hàng nghìn kỹ sư và hàng trăm học viên thạc sĩ thiết kế vi mạch.

Tuy nhiên, cần có những thay đổi mang tính cấu trúc và bền vững hơn. Báo cáo này đề xuất một khung nâng cao kỹ năng ba tầng có thể được đồng dẫn dắt bởi khối doanh nghiệp và một số cơ sở GDĐH chủ chốt (đóng vai trò trung tâm đào tạo cho ngành bán dẫn): (i) các khóa bootcamp chuyên sâu cho kỹ sư giữa sự nghiệp, (ii) học viện do các doanh nghiệp cung ứng thiết bị vận hành, và (iii) các chương trình chuyển đổi chuyên môn.

Thứ nhất, các chương trình đào tạo ngắn hạn và cấp chứng chỉ, chẳng hạn như vi chứng chỉ (có thể tích lũy để cấp bằng), có thể hướng đến các kỹ sư và kỹ thuật viên hiện có trong ngành bán dẫn cũng như các ngành lân cận (sản xuất điện tử, dịch vụ CNTT,...), đào tạo cho họ các kỹ năng chuyên môn về bán dẫn (kiến thức cơ bản về thiết kế vi mạch, kỹ thuật quy trình đóng gói,...). NIC và các cơ sở GDĐH hàng đầu có thể tổ chức các bootcamp về bán dẫn hằng năm – khóa học chuyên sâu 3–6 tháng trong các lĩnh vực như thiết kế vi mạch, xác minh hay quy trình sản xuất bán dẫn. Các chuyên gia ngành có thể tham gia đồng thiết kế và đồng giảng dạy; học viên có thể là sinh viên mới tốt nghiệp hoặc kỹ sư đang hành nghề thuộc các lĩnh vực liên quan (điện tử, cơ điện tử,...) muốn chuyển sang lĩnh vực bán dẫn, cũng như những người đang làm việc trong ngành bán dẫn nhưng cần nâng cao tay nghề. Chính phủ có thể cấp phiếu đào tạo (voucher) hỗ trợ chi phí cho học viên, đặc biệt nhắm tới các nhóm ít được đại diện (như phụ nữ trong khối ngành kỹ thuật). Kỳ vọng mỗi năm chương trình sẽ đào tạo được vài trăm chuyên gia có chứng chỉ sẵn sàng chuyển sang làm việc trong ngành bán dẫn. Các đối tác trong ngành cũng có thể cung cấp khuyến khích tài chính để nhân viên của họ tham gia những cơ hội đào tạo lại và nâng cao kỹ năng này.

Thứ hai, cần khuyến khích các nhà đầu tư lớn trong ngành bán dẫn thành lập các hệ thống đào tạo ngành tại Việt Nam. Các công ty như Intel và Amkor hiện đã vận hành chương trình đào tạo nội bộ quy mô lớn cho nhân viên của mình. Việc mở những học phần phù hợp của các chương trình này – hoặc thiết lập học viện chung – cho nhóm nhân lực bên ngoài doanh nghiệp sẽ giúp mở rộng đáng kể quy mô đào tạo kỹ năng thực hành. Các hệ thống đào tạo ngành chính thức có thể cung cấp các khóa học cấp chứng chỉ về những chủ đề như quang khắc (lithography) tiên tiến, kỹ thuật kiểm thử, hoặc thiết kế vi mạch tương tự, với giáo trình được đồng phát triển cùng doanh nghiệp. Các hệ thống này không chỉ đào tạo ra đội ngũ kỹ thuật viên và kỹ sư sẵn sàng làm việc, mà còn đảm bảo nội dung đào tạo luôn cập nhật với xu hướng công nghệ, vì chính doanh nghiệp định hướng nội dung đào tạo.

Thứ ba, các Chương trình chuyển đổi chuyên môn (PCP) – lấy cảm hứng từ chương trình PCP của Singapore – có thể hỗ trợ những người muốn chuyển giữa sự nghiệp sang lĩnh vực bán dẫn. Kinh nghiệm của Singapore cho thấy các chương trình chuyển đổi tích hợp đào tạo có định hướng và bố trí việc làm có hiệu quả trong việc đưa các chuyên gia giàu kinh nghiệm vào các vai trò công nghệ cao mới. một chương trình PCP tại Việt Nam có thể tuyển kỹ sư điện hoặc kỹ sư tự động hóa đang hành nghề tại các ngành liên quan (như điện tử hay thiết bị điện) và đào tạo lại họ thành kỹ sư quy trình hoặc kỹ sư thiết bị trong ngành bán dẫn thông qua chương trình đào tạo kết hợp 6 tháng (đào tạo trên lớp và thực tập có hướng dẫn trực tiếp tại doanh nghiệp). Học viên sẽ được Chính phủ hỗ trợ trong quá trình đào tạo và chuyển đổi vai trò; Chính phủ cũng sẽ giúp giảm bớt rào cản cho doanh nghiệp khi tuyển dụng những học viên này.

³⁸ DIGITIMES Asia. (25/07/2024). NIC Việt Nam triển khai khóa học IC tương tự cùng Cadence, Qorvo hướng tới mục tiêu 50.000 kỹ sư. Thông tin lấy từ Thông tin lấy từ: <https://www.digitimes.com/news/a20240725VL200/vietnam-nic-analog-ic-training.html>

³⁹ VietnamNet. (30/03/2024). Tập đoàn Mỹ tài trợ công nghệ đào tạo bán dẫn cho Việt Nam. Thông tin lấy từ: <https://vietnamnet.vn/en/us-giant-funds-semiconductor-training-tech-for-vietnam-2411025.html>

Biện pháp then chốt của nhóm biện pháp này là tiếp cận đồng tài trợ do các tập đoàn đa quốc gia dẫn dắt, được Chính phủ thúc đẩy mạnh mẽ. Đào tạo nâng cao kỹ năng ở quy mô lớn đòi hỏi nguồn lực lớn, nên chia sẻ chi phí giữa khu vực công và tư. Các doanh nghiệp FDI – những đơn vị hưởng lợi trực tiếp từ lực lượng lao động trình độ cao ngày càng tăng của Việt Nam – dự kiến đóng góp ít nhất 50% chi phí. Trên thực tế, điều này đồng nghĩa với việc doanh nghiệp cùng tài trợ các khóa bootcamp, cử giảng viên tham gia các hệ thống đào tạo ngành và đồng tài trợ chương trình chuyển đổi chuyên môn, có thể đổi lại bằng cam kết tuyển dụng. Những hình thức hợp tác công–tư cho phát triển nhân lực như vậy hiện đã qua thảo luận trong các diễn đàn chính sách của Việt Nam. Các doanh nghiệp công nghệ cao sẽ được hoàn trả 50% chi phí đào tạo nâng cao kỹ năng tại chỗ cho nhân viên, sử dụng kinh phí từ ISF (theo Nghị định 182/2024/NĐ-CP). Bằng cách yêu cầu mức cam kết cao hơn từ phía doanh nghiệp, các chương trình sẽ hướng cầu và bền vững hơn.

1.2. Thu hút và bồi dưỡng giảng viên, nhà nghiên cứu xuất sắc

Với những khoảng cách và nút thắt như đã thảo luận ở Phần I, Việt Nam cần có thêm nhiều giảng viên và nhà nghiên cứu có trình độ trong các cơ sở GDĐH và viện nghiên cứu. Các đề xuất dưới đây là để hỗ trợ mục tiêu này.

Một Chương trình/Lối tài trợ giảng viên xuất sắc (FEF) có thể đóng vai trò then chốt trong việc nâng cấp năng lực đội ngũ giảng viên trong các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn. Chương trình này sẽ phục vụ nhiều mục tiêu: gửi các giảng viên trẻ ra nước ngoài làm tiến sĩ (được tài trợ toàn phần, có nghĩa vụ quay về nước và được cấp khoản tài trợ nghiên cứu đầu sự nghiệp khi về nước); đồng tài trợ học bổng sau tiến sĩ cho các nhà khoa học Việt Nam tại các phòng thí nghiệm hàng đầu ở nước ngoài; và mời các chuyên gia nước ngoài hoặc kiều bào về giảng dạy tại các trường đại học Việt Nam trong vai trò giáo sư thỉnh giảng. Chẳng hạn, có thể chọn ra 50 giảng viên trẻ triển vọng tại các cơ sở GDĐH, tài trợ toàn cho việc học lấy bằng tiến sĩ ở các nước như Mỹ, Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc) hoặc châu Âu trong các chuyên ngành liên quan đến bán dẫn. Sau khi nhận bằng, họ sẽ được cấp một khoản tài trợ nghiên cứu và đảm bảo một vị trí giảng viên tại cơ sở GDĐH trong nước.

Chương trình tài trợ này cũng có thể cung cấp các khoản thưởng hiệu suất cho giảng viên hiện tại và thu hút giảng viên thỉnh giảng từ doanh nghiệp. Đối với giảng viên đương nhiệm, kế hoạch khích lệ có thể gồm kinh phí bổ sung để xây dựng khóa học hoặc phòng thí nghiệm mới về bán dẫn, hoặc hỗ trợ thêm để công bố nghiên cứu trên các tạp chí quốc tế uy tín (rút kinh nghiệm từ VUDP). Các cách khác bao gồm hỗ trợ thương mại hóa kết quả nghiên cứu hoặc tài trợ đối ứng cho giảng viên giành được tài trợ quốc tế theo cơ chế cạnh tranh hoặc dự án do doanh nghiệp tài trợ, hay thậm chí là chương trình cho giảng viên nghỉ việc có thời hạn để làm việc tại doanh nghiệp. Ví dụ, các cơ sở GDĐH có thể cho phép và khuyến khích giảng viên dành 6–12 tháng làm việc tại một công ty bán dẫn (trong nước hoặc quốc tế), đồng thời mời các chuyên gia giàu kinh nghiệm từ doanh nghiệp về giảng dạy hoặc hướng dẫn sinh viên. Trong thời gian nghỉ việc tạm thời, giảng viên có thể vẫn nhận lương từ cơ sở GDĐH, đồng thời được công ty bổ sung thu nhập hoặc nhận trợ cấp của Chính phủ.

Đối với chuyên gia từ doanh nghiệp có tiềm năng tham gia giảng dạy, Nghị định 88 tạo khả năng linh hoạt tháo gỡ các rào cản hành chính truyền thống. Một kỹ sư TSMC đã về hưu hoặc một chuyên gia từ *imec* có thể được mời sang Việt Nam giảng dạy một học kỳ theo các điều khoản hấp dẫn. Singapore đã triển khai các sáng kiến tương tự thông qua chương trình Giáo sư thỉnh giảng toàn cầu (Global Visiting Professorship). Đối với cả giảng viên hiện tại và chuyên gia từ doanh nghiệp tham gia giảng dạy, kết hợp các hỗ trợ trên cần tiệm cận hoặc ít nhất gần bằng mức đãi ngộ thị trường dành cho nhân tài có trình độ tương đương. Sự trao đổi nhân lực này giúp đảm bảo chương trình đào tạo luôn cập nhật và hoạt động nghiên cứu mang tính thực tiễn.

Một sáng kiến “Học trợ cho giảng viên nòng cốt trong bán dẫn” có thể được thiết lập trong khuôn khổ Chương trình tài trợ giảng viên xuất sắc đề xuất ở trên. Sáng kiến này sẽ tuyển chọn một nhóm giảng viên tại các trường đại học Việt Nam theo hình thức cạnh tranh và cung cấp cho họ các khoản tài trợ mục tiêu (để mua sắm trang thiết bị, hỗ trợ nghiên cứu sinh, v.v.) nhằm giúp họ trở thành các hạt nhân học thuật chủ chốt

trong những lĩnh vực chuyên sâu như thiết kế vi mạch tương tự, điện tử công suất hoặc hệ thống vi cơ điện tử (MEMS). Sáng kiến này có thể tham khảo mô hình BK21+ của Hàn Quốc, là mô hình cấp kinh phí cho các nhóm nghiên cứu đại học và theo dõi chặt chẽ kết quả. Hàn Quốc có ghi nhận sự gia tăng đáng kể về số lượng công bố khoa học và thương mại hóa công nghệ từ các nhóm này – một kinh nghiệm thành công đáng học hỏi đối với Việt Nam.

Cuối cùng, huy động nguồn lực từ mạng lưới kiều bào đóng vai trò hết sức quan trọng. Nhiều kỹ sư và nhà nghiên cứu người Việt tại Silicon Valley, Đài Loan (Trung Quốc) và các nơi khác đã bày tỏ mong muốn đóng góp. Quỹ tài trợ giảng viên này có thể hỗ trợ các chương trình mời kiều bào về nước ngắn hạn, cho phép chuyên gia người Việt ở nước ngoài giảng dạy các khóa chuyên đề ngắn hạn (chương trình mùa hè) hoặc tham gia với vai trò cố vấn nghiên cứu. Nhiều người sẵn lòng tham gia nếu được trang trải chi phí và được ghi nhận chính thức cho đóng góp của mình. Sự tham gia này không chỉ tạo thuận lợi cho chuyển giao tri thức mà còn góp phần xúc tác các hợp tác dài hạn. Ngoài ra, có thể xem xét thành lập một mạng lưới chuyên biệt về bán dẫn, với sự tài trợ một phần từ nhà nước và sự ủng hộ mạnh mẽ của Chính phủ.

Hộp 3. Nhân tài công nghệ của Trung Quốc và hành trình vươn lên cường quốc ĐMST toàn cầu

Trải nghiệm của Trung Quốc trong hai thập kỷ qua cho thấy một quốc gia có thể nhanh chóng tiến lên bậc thang công nghệ bằng cách đồng bộ hóa đầu tư quy mô lớn vào nhân tài và R&D. Trung Quốc đã xây dựng một hệ sinh thái ĐMST tự củng cố lẫn nhau bằng cách đầu tư quy mô lớn vào R&D và phát triển nhân lực, đặc biệt trong các lĩnh vực chiến lược như điện tử, vật liệu tiên tiến và AI. Các khoản đầu tư này đã nâng cấp phòng thí nghiệm và cơ hội nghiên cứu, đồng thời thu hút về nước một lượng lớn nhân tài STEM được đào tạo ở Mỹ và châu Âu quay trở về, đồng thời bồi dưỡng chuyên môn trong nước. Những người trở về – được hỗ trợ bởi các khoản tài trợ hào phóng, cơ sở vật chất tiên tiến và triển vọng sự nghiệp vững chắc – đã đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra và các công ty công nghệ cao, tiếp tục thúc đẩy chu kỳ đổi mới.

Từ năm 2000 đến 2018, số lượng nghiên cứu sinh có bằng tiến sĩ các ngành STEM tại Trung Quốc tăng hơn 4 lần. Trong giai đoạn này, STEM luôn chiếm tỷ trọng lớn trong tổng số nghiên cứu sinh tốt nghiệp tiến sĩ tại các trường đại học Trung Quốc. Năm 2000, số Tiến sĩ tốt nghiệp tại Trung Quốc chưa bằng 1/3 so với số tại các trường đại học Mỹ. Tuy nhiên, đến năm 2018, Trung Quốc đã gần bắt kịp Mỹ. Theo xu hướng đó, dự kiến đến 2025, số Tiến sĩ STEM tốt nghiệp mỗi năm ở Trung Quốc sẽ gần gấp đôi.

Khoảng 45% tiến sĩ tốt nghiệp tại Trung Quốc đến từ các trường thuộc “Sáng kiến Song Nhất lưu” (Double First-Class – DFC) – bao gồm các cơ sở GDĐT hàng đầu. DFC là danh sách các trường đại học thuộc Sáng kiến Song Nhất lưu – kế thừa và hoàn thiện chính sách quốc gia tập trung xây dựng đại học đẳng cấp thế giới tại Trung Quốc. Các trường này nhận được nguồn kinh phí trung ương đáng kể cho giáo dục và nghiên cứu nhằm đạt mục tiêu trên. Tính đến năm 2024, sáng kiến Song Nhất lưu bao gồm 147 trường; trong số này có 4 trường thuộc top 50 thế giới (Thanh Hoa, Bắc Kinh, Phúc Đán, Chiết Giang), 7 trường trong top 100, 13 trường trong top 200, và khoảng 36 trường – tức cứ 4 trường thì có 1 – thuộc top 500 toàn cầu.

Sự kết hợp giữa nguồn lực dồi dào, phát triển nhân lực bền bỉ và hợp tác toàn cầu đã đưa sản lượng và chất lượng ĐMST của Trung Quốc vươn lên trình độ hàng đầu thế giới. Đáng chú ý, trong một số lĩnh vực công nghệ mũi nhọn – từ viễn thông 5G đến hóa học pin, AI và vật liệu tiên tiến – chất lượng nghiên cứu và bằng sáng chế của Trung Quốc hiện đang tiệm cận trình độ tiên tiến nhất. Liên tiếp hai năm 2023 và 2024, Trung Quốc dẫn đầu với 26 cụm khoa học-công nghệ nằm trong top 100 toàn cầu.

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp từ nhiều nguồn – Bộ giáo dục Trung Quốc 2022; CSET 2021; CSIS 2024; NSB 2024; WIPO 2024.

1.3. Hiện đại hóa chương trình đào tạo thông qua gắn kết chặt chẽ với doanh nghiệp

Hiện đại hóa chương trình đào tạo là yếu tố then chốt: một liên minh gồm các trường kỹ thuật hàng đầu, phối hợp với Bộ GD&ĐT và Bộ KH&CN, cần đẩy nhanh việc xây dựng chuẩn chương trình mới cho các ngành đào tạo liên quan đến bán dẫn, đồng thời đảm bảo chất lượng theo tiêu chuẩn quốc tế. Cụ thể, đến năm 2025, cần thành lập một nhóm công tác bao gồm giảng viên trong các ngành liên quan đến bán dẫn đến từ các cơ sở GDĐH trong nước, một Hội đồng tư vấn học thuật, và một Hội đồng tư vấn ngành công nghiệp

bán dẫn để cùng xây dựng khung chương trình tham khảo cho các bậc cử nhân, thạc sĩ và tiến sĩ (thiết kế VLSI, chế tạo chip). Các hội đồng này (với thành viên từ các công ty như Intel, Amkor, Viettel, FPT, vv.) nên họp ít nhất hai lần mỗi năm để rà soát nội dung môn học, đề xuất cập nhật (ví dụ, bổ sung học phần về thiết kế phần cứng AI hoặc quản lý chuỗi cung ứng cho nhà máy sản xuất), và thúc đẩy các hoạt động như chuỗi bài giảng khách mời, tài trợ thiết bị, cũng như điều phối các cơ hội học tập trải nghiệm cho sinh viên. Chương trình “Đại học Chia sẻ Đổi mới” của Hàn Quốc là một mô hình có thể tham khảo, theo đó nhiều trường đại học cùng chia sẻ môn học và mời một liên minh doanh nghiệp tham gia phát triển nội dung. Tại Việt Nam, ĐHQG-HCM, ĐHQG-HN và ĐHBKHN đã theo hướng tương tự và gần đây cùng hợp tác xây dựng và triển khai đào tạo, nghiên cứu trong các lĩnh vực chiến lược.

Đảm bảo sinh viên – đặc biệt là những sinh viên theo hướng thiết kế vi mạch – được tiếp cận các công cụ EDA hiện đại và phòng thí nghiệm nguyên mẫu để ngay lập tức nâng cao chất lượng đào tạo và dự án nghiên cứu. Như sẽ trình bày trong trụ cột tiếp theo về cơ sở hạ tầng, Chính phủ có thể tài trợ xây dựng một “không gian chung” EDA với đàm phán tập trung, qua đó các cơ sở GDĐH có thể tiếp cận các công cụ thiết kế đạt chuẩn ngành và nguồn lực chế tạo thử nghiệm. Tương tự, cần cung cấp quyền tiếp cận chung tới các trang thiết bị phòng thí nghiệm chuyên dụng – như một phần của “Không gian chung” thiết kế & chế tạo nguyên mạch vi mạch thuộc Trụ cột 2 về cơ sở hạ tầng – để sinh viên có thể thực hành trên thiết bị chế tạo, kiểm thử và đóng gói hiện đại. Chẳng hạn, tích hợp các module đào tạo cấp chứng chỉ của các công ty (Cadence, Synopsys, vv.) vào chương trình học sẽ cho phép sinh viên khi tốt nghiệp có luôn chứng chỉ sử dụng công cụ chuyên nghiệp được các nhà tuyển dụng đánh giá cao. Đầu tư vào một “không gian chung” như vậy sẽ khắc phục tình trạng liên kết rời rạc giữa các cơ sở GDĐH – doanh nghiệp hiện nay – đến nay mới chỉ có những khoản tài trợ đơn lẻ về phần mềm hoặc thiết bị – bằng cách chuẩn hóa việc các trường tiếp cận công nghệ tiên tiến. Bên cạnh đó, cần tích hợp các chứng chỉ do doanh nghiệp cấp vào chương trình đào tạo, để sinh viên tốt nghiệp không chỉ có bằng cấp mà còn có chứng chỉ công cụ kỹ thuật mà nhà tuyển dụng coi trọng.

Thực tập, học qua dự án và trải nghiệm tại doanh nghiệp cũng phải trở thành nền tảng trong chương trình đào tạo đại học. Mỗi sinh viên ngành kỹ thuật bán dẫn nên hoàn thành một kỳ thực tập hoặc dự án với doanh nghiệp trước khi tốt nghiệp. Các hình thức đào tạo gắn với công việc nên được phổ biến trong chương trình – có thể thông qua mô hình giáo dục hợp tác (co-op, luân phiên học kỳ học và học kỳ làm việc), thực tập tại doanh nghiệp, hoặc đồ án tốt nghiệp do kỹ sư trong ngành hướng dẫn. Chính phủ có thể khuyến khích các công ty tiếp nhận sinh viên thực tập bằng cách hỗ trợ một phần chi phí trợ cấp thực tập cho sinh viên thông qua Quỹ ISF (chương trình tài trợ phát triển kỹ năng). Về lâu dài, trải nghiệm thực tiễn này sẽ cải thiện khả năng có việc làm và đảm bảo sinh viên tốt nghiệp có kinh nghiệm làm việc với công cụ và giải quyết vấn đề thực tế. (Hiệu ứng lan tỏa kỹ năng từ MNC sang doanh nghiệp nội địa sẽ được đề cập qua đề xuất VITALS trong Trụ cột 3.)

Nhìn chung, các can thiệp liên quan đến Nhân tài đều nhằm mục tiêu thu hẹp các khoảng cách kỹ năng nghiêm trọng hiện nay, đồng thời xây dựng các năng lực tiên tiến cần thiết cho ngành công nghiệp bán dẫn tương lai. Các đề xuất này vừa gia tăng biên rộng của nguồn nhân lực (đào tạo thêm nhiều kỹ sư và nhà nghiên cứu), vừa nâng cao biên sâu (phát triển kỹ năng chuyên môn sâu cho từng cá nhân), lại củng cố biên tích hợp (liên kết đào tạo – việc làm, tích hợp nghiên cứu trong đào tạo, chương trình chuyển đổi), tất cả đều được đồng thiết kế và triển khai cùng với doanh nghiệp. Quan trọng hơn, các biện pháp này cũng đặt nền móng để Việt Nam vươn lên các phân đoạn giá trị cao hơn trong chuỗi giá trị bán dẫn: đội ngũ thạc sĩ, tiến sĩ đông đảo hơn và sinh viên tốt nghiệp am hiểu ngành sẽ hỗ trợ triển khai nhiều hoạt động thiết kế và R&D trong nước; đồng thời, lực lượng giảng viên vững mạnh và chương trình đào tạo cải tiến sẽ tạo ra các nhà ĐMST và doanh nhân của thập kỷ tới. Song song với đó, cần tạo điều kiện để những nhân tài này có cơ sở vật chất và các cơ chế khuyến khích phù hợp để ĐMST trong nước. Các trụ cột tiếp theo sẽ đề cập đến vấn đề này.

2. XÂY DỰNG CƠ SỞ HẠ TẦNG ĐÀO TẠO VÀ R&D DÙNG CHUNG

Trụ cột thứ hai tập trung vào “phần cứng” của bài toán nhân tài: cơ sở vật chất và trang thiết bị cần thiết cho đào tạo và nghiên cứu. Chiến lược đặt ra là đầu tư vào cơ sở hạ tầng đào tạo và nghiên cứu nền tảng tại các cơ sở GDĐH, đồng thời xây dựng hạ tầng R&D dùng chung để nhân tài và doanh nghiệp của Việt Nam có thể tiếp cận các phòng thí nghiệm đẳng cấp thế giới mà không cần mỗi bên phải tự gánh toàn bộ chi phí. Bằng cách góp chung nguồn lực, Việt Nam có thể vượt qua rào cản về cường độ vốn và đẩy nhanh ĐMST.

2.1. Thiết lập “không gian chung” thiết kế & chế tạo nguyên mẫu vi mạch

Việc phát triển nhân tài của Việt Nam sẽ được hưởng lợi từ việc thành lập một trung tâm thiết kế vi mạch quốc gia (một “Không gian chung về thiết kế”), đóng vai trò trung tâm cho các hoạt động thiết kế vi mạch và mở cửa cho các cơ sở GDĐH, công ty khởi nghiệp và cả các công ty lớn. Trung tâm này có thể là một phần của trung tâm bán dẫn/công nghệ cao quốc gia và tạo điều kiện tiếp cận:

- hạ tầng số, như tài nguyên tính toán hiệu năng cao để mô phỏng chip và nghiên cứu AI/ML, lưu trữ đám mây và các trung tâm dữ liệu – phối hợp chặt chẽ với mạng VinaREN ;
- thư viện tập trung các công cụ EDA (với đủ số lượng giấy phép cho nhiều người dùng); và
- kho tài nguyên các IP lõi chung để các nhà thiết kế có thể sử dụng.

Trung tâm này cũng có thể hỗ trợ các dịch vụ chế tạo wafer đa dự án (MPW) – cho phép nhiều thiết kế chip mẫu từ các nhóm khác nhau được chế tạo đồng thời trên cùng một wafer, giúp các nhóm chia sẻ chi phí của mỗi lượt chạy chế tạo (giống như dịch vụ MOSIS ở Mỹ). Mục tiêu là hạ thấp rào cản để một sinh viên, nhóm giảng viên hoặc công ty khởi nghiệp có thể thiết kế, chế tạo và kiểm thử chip của mình. ĐHQG-HCM, ĐHQG-HN và NIC-ĐHBKHN có thể phối hợp cùng đảm nhận vai trò chủ trì trung tâm này tại các trung tâm bán dẫn quốc gia sẽ thành lập.

Với một cơ sở trung tâm, Việt Nam có thể đàm phán được giá tốt hơn khi mua công cụ và dịch vụ chế tạo thử nghiệm số lượng nhỏ, đồng thời đảm bảo mọi đối tượng – từ sinh viên đến công ty khởi nghiệp nhỏ – đều có thể chuyển ý tưởng sang nguyên mẫu chip với mức đầu tư ban đầu tối thiểu. Cách làm này trực tiếp hỗ trợ đào tạo nâng cao kỹ năng, giúp sinh viên, người được đào tạo lại và giảng viên có trải nghiệm thực hành thiết kế chip hoàn chỉnh, đồng thời thúc đẩy ĐMST (tạo điều kiện thuận lợi cho thử nghiệm các thiết kế mới).

2.2. Triển khai chương trình “Nâng cấp phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH” kèm kinh phí vận hành-bảo trì

Phát triển năng lực trên diện rộng và tại các cơ sở GDĐH trọng điểm có thể được hưởng lợi từ một chương trình tài trợ cấp hệ thống nhằm nâng cấp các phòng thí nghiệm đào tạo nền tảng và nâng cao. ngoài các cơ sở GDĐH sẽ dẫn dắt các trung tâm quốc gia, có thể chọn thêm 5–10 cơ sở GDĐH khác để nhận các khoản tài trợ theo hình thức cạnh tranh (chẳng hạn, mỗi trường 5–10 triệu USD) nhằm đưa các phòng thí nghiệm điện tử và vật liệu của họ tiệm cận tiêu chuẩn hiện đại (trang thiết bị phục vụ vi chế tạo, phân tích đặc trưng vật liệu, v.v.). Tuy nhiên, để tránh tình trạng phổ biến là thiết bị “đắp chiếu” không được sử dụng, mỗi khoản tài trợ nên dành một phần kinh phí để đào tạo kỹ thuật viên phòng thí nghiệm và bảo trì thiết bị. Nhằm đảm bảo tính bền vững và tối đa hóa hiệu suất sử dụng, các cơ sở GDĐH được nhận tài trợ cần ký hợp đồng bảo trì cho các máy móc trọng yếu, đồng thời chia sẻ thiết bị nội bộ (nếu thuộc ĐHQG hoặc đại học vùng) và với các đơn vị khác thông qua một hệ thống đặt lịch trực tuyến do một cơ quan đầu mối điều phối.

Phòng thí nghiệm liên kết cơ sở GDĐH – doanh nghiệp và các trung tâm xuất sắc: Các trung tâm xuất sắc theo chuyên ngành trong cơ sở GDĐH có thể được đồng tài trợ bởi doanh nghiệp. Trên thực tế, một số cơ sở GDĐH ở Việt Nam đã có phòng thí nghiệm do doanh nghiệp tài trợ (phòng nghiên cứu Marvell tại trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM, phòng lab phần mềm của FPT tại Trường Đại học Công nghệ Thông tin – ĐHQG-HCM, phòng lab 5G/6G Viettel-HUST tại ĐHBKHN).^{40 41} Mục tiêu là mở rộng mô hình này cho nhiều phòng nghiên cứu chiến lược hơn. một “Trung tâm thiết kế vi mạch tương tự” tại ĐHBKHN có thể ban đầu được tài trợ bằng NSNN, nhưng kèm theo yêu cầu phải thu hút được dự án do doanh nghiệp tài trợ để duy trì hoạt động sau vài năm. Các trung tâm này sẽ quy tụ giảng viên và sinh viên từ nhiều khoa để cùng tập trung vào các ngành công nghiệp chiến lược (công nghệ cao) và hợp tác với doanh nghiệp. Chủ đề ưu tiên có thể mang tính liên ngành. Các trung tâm này thậm chí có thể được thành lập theo mô hình đơn vị bán tự chủ (có bộ máy quản trị riêng với sự tham gia của đại diện doanh nghiệp). Nếu thành công, về sau các trung tâm xuất sắc có thể tách ra thành viện chuyên ngành hoặc doanh nghiệp khởi nguồn từ các kết quả nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ (spin-off).

Tính bền vững về lâu dài của các trung tâm xuất sắc này cần được cân nhắc ngay từ khâu thiết kế. Thông thường, các trung tâm này cần nguồn tài trợ công bền vững cho ít nhất 10–15 năm, sau đó mới dần chuyển sang giai đoạn tăng tỷ trọng tài trợ từ doanh nghiệp. Ngưỡng tối thiểu 10 năm tài trợ công này vẫn áp dụng ngay cả ở những hệ sinh thái đổi mới phát triển cao như Hoa Kỳ (Rand Corporation, 2024; NSF, 2025). Tương tự như phòng thí nghiệm đào tạo, và để đảm bảo bền vững cũng như tối đa hóa việc sử dụng thiết bị chuyên dụng, mỗi khoản tài trợ cho trung tâm xuất sắc cũng nên bao gồm kinh phí dành riêng cho kỹ thuật viên và bảo trì thiết bị. Bên cạnh đó, mỗi trung tâm xuất sắc cần có kế hoạch bảo trì, có thể bao gồm hợp đồng bảo dưỡng với nhà cung cấp thiết bị và mô hình thu phí sử dụng thiết bị chuyên dụng. Một hệ thống đặt lịch trực tuyến tập trung, do một cơ quan đầu mối quản lý, sẽ tạo điều kiện phối hợp sử dụng các phòng thí nghiệm giữa các trung tâm xuất sắc, các cơ sở học thuật và người dùng phía doanh nghiệp.

2.3. Thí điểm cơ sở đóng gói và kiểm thử tiên tiến

Với thế mạnh sẵn có của Việt Nam trong khâu lắp ráp và kiểm thử, bước đi hợp lý tiếp theo là xây dựng dây chuyền R&D về đóng gói tiên tiến dùng chung nếu Việt Nam muốn tiến vào phân đoạn này. Về cơ bản, đây sẽ là một dây chuyền sản xuất thử nghiệm nơi có thể thử nghiệm các công nghệ và vật liệu đóng gói mới, đồng thời là nơi đào tạo nhân lực và tiến hành nghiên cứu trên thiết bị thực. Điều này đòi hỏi thành lập một Trung tâm công nghệ đóng gói tiên tiến, hợp tác với doanh nghiệp. Cơ sở này sẽ được trang bị các thiết bị đóng gói hiện đại nhất (phục vụ công nghệ interposer 2.5D, gắn chip trực tiếp – flip-chip, và thậm chí cả công nghệ đang nghiên cứu như tích hợp quang tử silicon). Các công ty như Amkor hoặc thậm chí Samsung có thể tham gia hợp tác, mang đến thiết bị và chuyên gia, trong khi Chính phủ đồng tài trợ chi phí đầu tư và vận hành.

Các nhà nghiên cứu và sinh viên có thể sử dụng cơ sở này cho các đề tài nghiên cứu và dự án học thuật (dưới những thỏa thuận phù hợp về sở hữu trí tuệ), còn các công ty có thể chế thử các giải pháp đóng gói mới mà không làm gián đoạn dây chuyền sản xuất đại trà của họ. Mô hình phòng thí nghiệm liên hiệp tại Nhật Bản (Trung tâm Công nghệ Bán dẫn Tiên tiến – LSTC dự kiến thành lập) và tổ chức imec của Bỉ đều cho thấy rằng có một xưởng R&D trung lập – vận hành phi thương mại và không độc quyền – mang lại lợi ích cho toàn bộ hệ sinh thái (xem Hộp 4).^{42 43} Việt Nam nên đẩy nhanh nghiên cứu khả thi về một trung tâm như vậy trước năm 2026, có thể đặt tại một trong các trung tâm bán dẫn quốc gia để cập ở trên.

⁴⁰ Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM. (2025, ngày 3 tháng 4). Phòng thí nghiệm bán dẫn và nguồn lực do Marvell tài trợ sắp được vận hành. Thông tin lấy từ: <https://oisp.hcmut.edu.vn/en/news/semiconductor-lab-and-resources-funded-by-marvell-soon-to-be-operated.html>

⁴¹ Đại học Bách khoa Hà Nội. (2024, ngày 27 tháng 12). Lễ khánh thành Phòng lab 5G/6G Viettel-HUST. Thông tin lấy từ: <https://hust.edu.vn/en/news/news/inauguration-ceremony-of-the-viettel-hust-5g-6g-lab-653984.html>

⁴² LSTC. (2022, ngày 21 tháng 12). Nhật Bản thành lập Trung tâm Công nghệ Bán dẫn Tiên tiến (LSTC). Thông tin lấy từ: https://www.meti.go.jp/english/press/2022/1221_001.html

⁴³ Imec. Không để ngày. Imec: Thúc đẩy đổi mới bán dẫn cùng các đối tác toàn cầu. Thông tin lấy từ: <https://www.imec-int.com/en/about-imec>

2.4. Đối tác công – tư (PPP) cho cơ sở hạ tầng quy mô lớn, tác động cao

Một số cơ sở hạ tầng, như một trung tâm bán dẫn quốc gia quy mô hoàn chỉnh, vượt quá khả năng tài trợ của NSNN – và PPP có thể giúp biến dự án thành hiện thực. Bảng 10 và Hộp 4 đưa ra ví dụ từ Singapore, Nhật Bản và Bỉ về cách Chính phủ, giới học thuật và doanh nghiệp hợp lực để phát triển cơ sở hạ tầng bán dẫn quy mô lớn. Trong trường hợp của Việt Nam, Chính phủ có thể mời một công ty đóng gói chip nhớ hoặc công ty chuyên thiết kế vi mạch thành lập một trung tâm R&D tại Việt Nam, với ưu đãi là NSNN (ví dụ thông qua Quỹ Phát triển Khoa học Công nghệ) sẽ chi trả 50% chi phí thiết lập và áp dụng ưu đãi thuế. Đổi lại, nhà đầu tư sẽ phải kết nối với các cơ sở GDĐH trong nước (đồng tổ chức chương trình đào tạo nhân lực, cho phép giảng viên thực hiện nghiên cứu tại doanh nghiệp,...). Chính phủ cũng có thể mời một doanh nghiệp OSAT toàn cầu xây dựng cơ sở R&D tập trung vào công nghệ kiểm thử tiên tiến, với NSNN chi trả một nửa chi phí xây dựng. Cơ sở này có thể hợp tác với các cơ sở GDĐH như ĐHQG ĐHBKHN để triển khai chương trình đào tạo.

Quan trọng là đối với các dự án đầu tư cơ sở hạ tầng lớn, Chính phủ cần dành khoảng 10–15% tổng vốn đầu tư như một quỹ bảo trì, sử dụng lợi tức từ quỹ này để trang trải chi phí bảo dưỡng và nâng cấp định kỳ. Ngoài ra, Chính phủ có thể thỏa thuận với nhà cung cấp thiết bị để bao gồm dịch vụ bảo trì nhiều năm trong hợp đồng mua sắm (đặc biệt với thiết bị như kính hiển vi điện tử hoặc máy khắc). Ví dụ, khi mua một máy trị giá 5 triệu USD, có thể thêm điều khoản yêu cầu nhà cung cấp hỗ trợ bảo trì và đào tạo trong 5 năm như một phần của hợp đồng. Thông lệ này khá phổ biến trong mua sắm thiết bị phòng thí nghiệm cao cấp trên thế giới, như trường hợp imec luôn đảm bảo các công ty liên quan cùng tham gia duy trì thiết bị.⁴⁴

Bảng 10. Đầu tư của Singapore vào cơ sở hạ tầng có tác động cao cho ĐMST trong ngành bán dẫn

Trụ cột	Chương trình/ Cơ sở hạ tầng	Điểm nổi bật 2024-25 & Giá trị chiến lược
1. Các trung tâm xuất sắc về tích hợp dị thể⁴⁵	Trung tâm xuất sắc về đóng gói tiên tiến Applied Materials–A*STAR (Science Park II) & Nền tảng Đóng gói Tiên tiến EPIC	Phòng thí nghiệm liên kết (vận hành từ 2011, hơn 170 nhân sự R&D) hiện là trụ cột triển khai dây chuyền thí điểm công nghệ ghép nối lai (hybrid bonding) của Singapore; đây là quan hệ hợp tác giữa Applied Materials và Viện nghiên cứu vi điện tử của O5 A*STAR, cho phép các công ty đối tác sử dụng bộ thiết bị để xếp chồng chip 2.5D/3D và phát triển bộ tăng tốc AI tiết kiệm năng lượng.
	Trung tâm SHINE “Chiplet” tại ĐHQG Singapore (NUS)	Dây chuyền thí điểm tích hợp dị thể cấp quốc gia; đồng đặt địa điểm các nhà nghiên cứu đại học cùng với các xưởng đúc chuyên biệt, cung cấp hình thức đóng gói “chiplet” kết hợp cho thị trường IoT và AI biên.
2. Dây chuyền thí điểm bán dẫn công suất cao (WBG)⁴⁶	Dây chuyền R&D mở 200 mm SiC của IME	Dây chuyền thí điểm 200 mm SiC mở đầu tiên trên thế giới (khánh thành 12/2023) – hợp tác với hãng Centrotherm
	Trung tâm Công nghệ GaN Quốc gia (NGTC)	Trung tâm chuyển giao công nghệ do O5 A*STAR, Đại học Công nghệ Nanyang (NTU) & DSO vận hành, có khả năng sản xuất thử nghiệm quy mô nhỏ phục vụ các dự án thí điểm cho doanh nghiệp.

⁴⁴ Imec. (n.d.). Sổ tay Nhà cung cấp. Thông tin lấy từ <https://www.imec-int.com/sites/default/files/inline-files/Supplier%20Manual%20imec.pdf>; Imec. Không đề ngày. Điều khoản và điều kiện chung khi mua hàng. Thông tin lấy từ <https://www.imec-int.com/sites/default/files/inline-files/general-terms-and-conditions-purchase.pdf>

⁴⁵ Bộ Công Thương Singapore. (2024, tháng 11). Bài phát biểu của Phó Thủ tướng kiêm Bộ trưởng Bộ Công Thương Gan Kim Yong tại Lễ ra mắt Applied Materials Future Fab Singapore. Thông tin lấy từ <https://www.mti.gov.sg/Newsroom/Speeches/2024/11/Speech-by-DPM-and-Minister-for-Trade-and-Industry-Gan-Kim-Yong-at-the-Launch-of-Applied-Materials>; ASTAR. (2024, ngày 21 tháng 11). ASTAR và Applied Materials thành lập phòng thí nghiệm chung để thúc đẩy đổi mới bán dẫn tại Singapore. Thông tin lấy từ <https://www.a-star.edu.sg/News/astarNews/news/press-releases/astar-applied-materials-joint-lab-semiconductor-innovation-singapore>; Đại học Quốc gia Singapore. Không đề ngày. Semiconductors HorizonNUS Interdisciplinary Enterprise (SHINE).

⁴⁶ ASTAR. (2023, ngày 25 tháng 10). ASTAR và Centrotherm thiết lập quan hệ hợp tác để phát triển công nghệ carbide silicon 200 mm. A*STAR Institute of Microelectronics. (n.d.). mmWave GaN Technology. Thông tin lấy từ <https://www.a-star.edu.sg/ime/Research/mmwave-GaN>

Trụ cột	Chương trình/ Cơ sở hạ tầng	Điểm nổi bật 2024-25 & Giá trị chiến lược
3. Cầu nối từ nguyên mẫu đến sản xuất⁴⁷	Trung tâm Đổi mới & Chuyển giao Bán dẫn Quốc gia (NSTIC)	Dự án trọng điểm ngân sách 132 triệu USD thuộc RIE2025 (khánh thành 04/2024), cung cấp phòng sạch dùng chung, bộ công cụ thiết bị và đội ngũ chuyên gia tại chỗ cho việc phát triển nguyên mẫu quang tử silicon & quang phẳng (flat optics) và sản xuất thử nghiệm quy mô nhỏ.
	Mở rộng NSTIC (xưởng R&D)	Nhà máy R&D mới rộng 15.000 m ² tại JTC nanoSpace@Tampines (dự kiến vận hành 2027) tạo điều kiện cho startup tiếp cận thiết bị chuẩn công nghiệp, giải quyết điểm nghẽn về mở rộng quy mô.
4. Chuỗi cung ứng: SME và nâng cao kỹ năng⁴⁸	Chương trình tài trợ PACT	Hỗ trợ chi phí nhân lực, thiết bị và phần mềm cho các dự án hợp tác giữa tập đoàn đa quốc gia (MNC) và doanh nghiệp vừa và nhỏ (SME) trong các lĩnh vực phát triển nhà cung ứng, đồng đổi mới và đào tạo năng lực; 5 hình thức hợp tác bao quát toàn chuỗi ngành điện tử.

⁴⁷ Ban Phát triển Kinh tế Singapore. (2024, ngày 24 tháng 4). Các công ty bán dẫn Singapore, bao gồm cả startup, có thể tiếp cận cơ sở fab quốc gia trị giá 500 triệu Đô la Singapore mới vào năm 2027.

⁴⁸ Ban Phát triển Kinh tế Singapore. Không đề ngày. Chương trình Đối tác Nâng cao Năng lực (PACT). Thông tin lấy từ <https://www.edb.gov.sg/en/grants/incentives-and-schemes/partnerships-for-capability-transformation-pact-scheme.html>

Hộp

4. Bài học toàn cầu – Đối tác công-tư (PPP) cho cơ sở hạ tầng có quy mô và tác động lớn



- **imec** (Bỉ) là trung tâm R&D điện tử nano hàng đầu thế giới với mô hình chia sẻ chi phí độc đáo.
- Đặc điểm chính của **imec** là **quản trị liên hiệp**: nguồn tài trợ ban đầu đến từ chính phủ và các nhà tài trợ, và các công ty đóng góp thông qua phí thành viên hoặc phí dự án, đảm bảo rằng tập đoàn có thể tự duy trì theo thời gian.
- Mô hình **imec** đã được giới thiệu làm khuôn mẫu tham khảo trong các cuộc thảo luận nội bộ cho Việt Nam.

MÔ HÌNH THÀNH VIÊN
DOANH NGHIỆP

- Các đối tác doanh nghiệp trả phí thành viên hằng năm và đóng góp nguồn lực
- **imec** cung cấp dịch vụ thiết kế, chế tạo thử nghiệm, kiểm thử, tư vấn và gia công bán dẫn
- Các công ty hợp tác chặt chẽ với nhau



QUẢN TRỊ LIÊN HIỆP

- 1984: 100% vốn đầu tư công
- 1990s: 50% vốn đầu tư công
- 2023: 25% vốn đầu tư công
- Cơ quan điều phối vận hành độc lập
- Hàng trăm nghiên cứu sinh tiến sĩ thực hiện đề tài tại **imec**



技術研究組合 最先端半導体技術センター
Leading-edge Semiconductor Technology Center

- LSTC (Nhật Bản) hướng tới phát triển công nghệ quy trình 2nm thế hệ tiếp theo
- LSTC là một **phòng nghiên cứu được chia sẻ** giữa các công ty công nghệ, cơ sở GDĐH và Chính phủ, với các bên tham gia đóng góp kinh phí và chuyên môn để vận hành



PPP CHO CƠ SỞ HẠ TẦNG

- Phòng thí nghiệm nghiên cứu dùng chung, hướng tới công nghệ 2nm tiên tiến
- Doanh nghiệp, cơ sở GDĐH và Chính phủ cùng góp vốn và nhân lực, chia sẻ gánh nặng chi phí



3. THÚC ĐẨY ĐMST GIỮA CƠ SỞ GDĐH – DOANH NGHIỆP – CHÍNH PHỦ

Tham vọng phát triển ngành bán dẫn của Việt Nam vươn lên các phân đoạn có giá trị gia tăng cao hơn, đòi hỏi R&D nhiều hơn sẽ khó thành hiện thực nếu không có bước chuyển mạnh trong việc tích hợp hoạt động ĐMST giữa nhà trường và doanh nghiệp. Hiện tại, hợp tác giữa hai nhóm còn hạn chế và rời rạc: rất ít phòng thí nghiệm chung hay dự án đồng tài trợ, và chuyển giao công nghệ từ cơ sở GDĐH gần như không đáng kể (hơn 85% giá trị các hợp đồng chuyển giao công nghệ trong những năm gần đây là từ doanh nghiệp nước ngoài, không phải từ cơ sở GDĐH trong nước). Trụ cột này nhắm tới việc tạo ra một chu trình ĐMST lan tỏa, theo đó cơ sở GDĐH trở thành động lực công nghệ bán dẫn (thay vì các “tháp ngà” tách biệt), và doanh nghiệp chủ động tận dụng nghiên cứu và nhân tài trong nước. Các khuyến nghị tập trung vào những khuyến khích và nền tảng kết hợp hai nhóm này lại, đảm bảo tri thức lưu chuyển thông suốt từ phòng thí nghiệm ra thị trường – và ngược lại.

3.1. Tài trợ đối ứng cho các liên minh R&D chung

Các chương trình tài trợ theo hình thức cạnh tranh cho R&D bán dẫn, với điều kiện bắt buộc về hợp tác giữa cơ sở GDĐH và doanh nghiệp, để có thể thúc đẩy ĐMST giữa hai bên. Hiện nay, Chính phủ đang hỗ trợ dạng tài trợ đối ứng cho các dự án R&D, trong đó NSNN chi trả 30–50% kinh phí dự án, nhưng các chương trình này còn ít và phân tán. Có thể thành lập một Cửa sổ thách thức ĐMST bán dẫn, đặt trong một trong các quỹ ĐMST trọng điểm dành cho ngành chiến lược và công nghệ cao. Theo mô hình này, một liên minh gồm ít nhất một cơ sở GDĐH và một doanh nghiệp có thể nộp đề xuất xin kinh phí cho dự án R&D chung. Các khoản tài trợ sẽ là dạng đối ứng – nếu Chính phủ cấp 50% kinh phí dự án thì doanh nghiệp sẽ đối ứng 50% còn lại (bằng tiền mặt hoặc hiện vật). Cách tài trợ đối ứng này khuyến khích cả hai phía cam kết nguồn lực và tập trung vào kết quả ứng dụng. Nó đảm bảo cả hai bên đều “có phần” trong dự án và định hướng dự án vào tác động thực tiễn, đáp ứng nhu cầu thực tế.

Trong giai đoạn 2025–2026, Việt Nam có thể thí điểm chương trình với một khoản ngân sách ban đầu khiêm tốn (như vài triệu USD) nhằm đánh giá nhu cầu và điều chỉnh quy trình triển khai, trước khi mở rộng quy mô nếu đạt kết quả khả quan. Tiêu chí lựa chọn đề xuất nên bao gồm tính ứng dụng thương mại (các ứng dụng rõ ràng hoặc đáp ứng nhu cầu thị trường cụ thể) và đóng góp vào việc phát triển nguồn nhân lực (ví dụ như có sự tham gia của học viên sau đại học hoặc tích hợp hoạt động đào tạo). Các quốc gia như Malaysia và Singapore đã áp dụng hiệu quả các chương trình tài trợ đối ứng R&D tương tự – chúng thúc đẩy nghiên cứu ứng dụng, tạo dựng quan hệ đối tác bền chặt, và đảm bảo R&D ở cơ sở GDĐH giải quyết các vấn đề thực tiễn của ngành thay vì đóng khung trong phạm vi hàn lâm. Chương trình có thể được quản lý bởi một cơ quan tài trợ KH&CN và ĐMST quốc gia, với các đợt kêu gọi đề xuất công khai và hội đồng đánh giá gồm các chuyên gia quốc tế và doanh nghiệp để đảm bảo chất lượng và tính phù hợp.

3.2. Văn phòng chuyển giao công nghệ, đào tạo khởi nghiệp và voucher khởi nghiệp

Chuyển giao công nghệ

Các văn phòng chuyển giao công nghệ tại các cơ sở GDĐH lớn cần được củng cố, có thể bằng cách chia sẻ nguồn lực giữa các trường (như một văn phòng phục vụ cho một mạng lưới các cơ sở GDĐH). Cần đào tạo về quản trị IP và cung cấp nguồn vốn mới cho các văn phòng này. Quan trọng hơn, Chính phủ có thể cân nhắc thành lập chương trình tài trợ để hỗ trợ hoạt động chứng minh ý tưởng cho các công nghệ chuyên sâu, đặc biệt trong lĩnh vực bán dẫn. Chẳng hạn nếu như một nhóm nghiên cứu phát triển một cảm biến mới, Chính phủ có thể cung cấp cho nhóm một khoản tài trợ để phát triển nguyên mẫu hoặc hỗ trợ các hoạt động

kiểm chứng thị trường.

Cũng cần xây dựng một văn hóa thương mại hóa công nghệ, thông qua việc thành lập doanh nghiệp spin-off hoặc cấp phép công nghệ. Chẳng hạn, các cơ sở GDĐH ở Hàn Quốc có các văn phòng chuyển giao công nghệ giúp thúc đẩy việc tách doanh nghiệp – thậm chí một số trường có quỹ đầu tư mạo hiểm riêng. Văn phòng sở hữu trí tuệ Hàn Quốc (KIPO) có chương trình hỗ trợ tái đầu tư lợi nhuận sở hữu trí tuệ (trước đây là Dự án tạo quỹ khởi nghiệp bằng sáng chế) nhằm thu hẹp khoảng cách giữa công nghệ do cơ sở GDĐH tạo ra và mức độ sẵn sàng mà doanh nghiệp kỳ vọng.⁴⁹ Sáng kiến này cung cấp khoản đầu tư giai đoạn đầu đáng kể cho các công nghệ vẫn đang ở giai đoạn nghiên cứu lý thuyết hoặc thử nghiệm. Bằng việc tài trợ phát triển nguyên mẫu, thử nghiệm hiệu năng, chứng nhận và đăng ký bằng sáng chế chuẩn, chương trình thúc đẩy doanh nghiệp chủ động tiếp nhận chuyển giao công nghệ. Để khuyến khích các viện nghiên cứu và cơ sở GDĐH quản lý sáng chế theo hướng thương mại, KIPO đã đưa ra danh hiệu Tổ chức quản lý chất lượng sáng chế xuất sắc từ năm 2020.

Đào tạo tinh thần khởi nghiệp

Nuôi dưỡng tư duy khởi nghiệp là yếu tố then chốt để phát triển hệ sinh thái khởi nghiệp thiết kế vi mạch và IP nội địa. Đào tạo về khởi nghiệp giúp người học hình thành năng lực biến ý tưởng thành sản phẩm và giải pháp có tác động – một tư duy không chỉ cần cho việc thành lập doanh nghiệp mới mà còn cho việc thúc đẩy ĐMST và tăng trưởng trong các công ty hiện tại. Kinh nghiệm toàn cầu cho thấy nhiều lãnh đạo trong lĩnh vực bán dẫn trưởng thành từ văn hóa khởi nghiệp mạnh – các công ty mới thiết kế chip, phát triển công cụ EDA hoặc cung cấp IP chuyên biệt có thể thúc đẩy cả ngành tiến lên. Việt Nam đang định vị khu vực tư nhân là động lực ĐMST: Nghị quyết 68/NQ-TW của Bộ Chính trị (tháng 5/2025) xác định rõ doanh nghiệp tư nhân là “trái tim của nền kinh tế” và đề ra mục tiêu đạt 2 triệu doanh nghiệp hoạt động vào năm 2030.⁵⁰ Trong bối cảnh đó, việc lồng ghép tinh thần khởi nghiệp vào các chương trình đào tạo ngành bán dẫn sẽ giúp chuyển hóa nhân tài thành các công ty khởi nghiệp công nghệ.

Chương trình đào tạo đại học và sau đại học nên bao gồm các học phần “đào tạo khởi nghiệp”, chẳng hạn như cuộc thi lập kế hoạch kinh doanh hoặc chương trình thực hành tại các vườn ươm tập trung vào thiết kế vi mạch và các doanh nghiệp công nghệ chuyên sâu liên quan. Sáng kiến hệ sinh thái ĐMST quốc gia – do NIC dẫn dắt – cùng với các trường kinh doanh hàng đầu (Đại học Kinh tế Quốc dân, Trường đại học Ngoại thương,...) có thể phối hợp với các cơ sở GDĐH kỹ thuật hàng đầu để xây dựng khung hỗ trợ phù hợp. Việc bổ sung nội dung này (có thể tích hợp tại đây hoặc dưới Trụ cột 1 – Can thiệp 5) sẽ mở ra lộ trình cho những học viên xuất sắc khởi nghiệp trong lĩnh vực bán dẫn (như thiết kế một IP lõi mới hoặc nguyên mẫu chip AI) với sự hỗ trợ ban đầu từ các khoản tài trợ nhỏ và cố vấn. Kết quả kỳ vọng đạt được trên hai phương diện: sinh viên đạt được kỹ năng khởi nghiệp, và một số dự án có thể phát triển thành các công ty nội địa – gieo mầm cho hệ sinh thái doanh nghiệp IP bán dẫn của Việt Nam.

Phiếu voucher hỗ trợ khởi nghiệp

Nên cung cấp các phiếu hỗ trợ khởi nghiệp hoặc tài trợ hạt giống cho các nhóm từ cơ sở GDĐH muốn thương mại hóa các sáng kiến liên quan đến bán dẫn. Nếu một nhóm sinh viên hoặc một giảng viên có ý tưởng triển vọng (một chip IoT mới, dịch vụ kiểm thử), họ có thể đăng ký xin một phiếu hỗ trợ trị giá 15.000–50.000 USD để trang trải chi phí giai đoạn đầu như nghiên cứu thị trường, chế tạo nguyên mẫu hoặc nộp hồ sơ bằng sáng chế. Sáng kiến này có thể gắn với các chương trình hỗ trợ hệ sinh thái khởi nghiệp rộng hơn của Việt Nam. Mục tiêu là biến kết quả nghiên cứu và kỹ năng đang được đào tạo thành các doanh nghiệp mới, qua đó

⁴⁹ KAIST. (2020, ngày 18 tháng 8). Giá trị thương mại hóa công nghệ của KAIST dẫn đầu thị trường. Thông tin lấy từ: https://news.kaist.ac.kr/newsen/html/news/?mode=V&mng_no=9490

⁵⁰ Singapore EDB. (02/2023). Tổng kết EDB năm 2022. Thông tin lấy từ: <https://www.edb.gov.sg/en/about-edb/media-releases-publications/edb-year-2022-in-review.html>

giữ chân nhân tài trong nước và tạo việc làm công nghệ cao. Về lâu dài, những nỗ lực này có thể dẫn đến sự ra đời của các công ty khởi nghiệp chuyên thiết kế vi mạch hoặc công ty vật liệu chuyên dụng phát triển từ môi trường đại học.

Kinh nghiệm từ các quốc gia Đông Á cho thấy giá trị của hình thức hỗ trợ này. Các nền kinh tế như Hàn Quốc, Trung Quốc, Đài Loan (Trung Quốc) và Malaysia đã triển khai các chương trình tài trợ khởi nghiệp có mục tiêu để thúc đẩy thành công các spin-off từ cơ sở GDĐH và doanh nghiệp bán dẫn dựa trên IP. Các chương trình này thường cấp các khoản tài trợ nhỏ (dưới 50.000 USD) đáp ứng nhu cầu vốn giai đoạn đầu – từ chế tạo nguyên mẫu, nộp hồ sơ sáng chế đến kiểm chứng thị trường sơ bộ. Đây là những dấu hiệu của một hệ sinh thái đổi mới lành mạnh trong khối đại học.

Một chương trình phiếu hỗ trợ tập trung vào các nhóm giàu nhân tài trong cơ sở GDĐH đạt được hai mục tiêu: (i) chuyển hóa nhóm kỹ sư thiết kế chip thạc sĩ/tiến sĩ ngày càng đông thành những nhà sáng lập công ty khởi nghiệp thay vì để họ trở thành lực lượng lao động có tính dịch chuyển cao; và (ii) duy trì hỗ trợ công ở mức mô-đun – đủ nhỏ để thu được kết quả nhanh nhưng có thể mở rộng khi nguồn nhân lực tăng lên. Một phòng thí nghiệm tại cơ sở GDĐH tại Việt Nam có thể đồng phát triển một IP chip mới và cấp phép cho doanh nghiệp; một công ty khởi nghiệp tách ra từ cơ sở GDĐH có thể được một tập đoàn đa quốc gia mua lại; hoặc mọi công ty bán dẫn đều có thể thường xuyên tìm kiếm ý tưởng và nhân lực từ một cơ sở GDĐH đối tác, nơi mỗi khoa đều có ít nhất một dự án hợp tác đáng kể với doanh nghiệp. Bằng chứng quốc tế cho thấy khoảng 30–40% số dự án nhận phiếu hỗ trợ đạt được vốn hạt giống trong vòng 24 tháng – tỷ lệ chuyển đổi cao hơn hẳn so với các khoản tài trợ SME không có trọng tâm. Đối với Việt Nam, ngay cả việc cấp 200 voucher mỗi năm cũng chỉ chiếm dưới 0,1% tổng chi dự kiến cho KH&CN và ĐMST, nhưng có thể gieo hạt cho làn sóng đầu tiên các doanh nghiệp ASIC/IP nội địa.

3.3. Chương trình “VITALS” và các trung tâm đổi mới thí điểm sản xuất

Trong trung hạn và dài hạn, Việt Nam có thể xem xét khởi động sáng kiến Liên minh ĐMST và Nhân tài Việt Nam trong lĩnh vực bán dẫn (VITALS) nhằm phá vỡ một cách có hệ thống các rào cản chia cắt và đẩy nhanh lan tỏa tri thức giữa giới học thuật và doanh nghiệp, cũng như giữa khối doanh nghiệp FDI và doanh nghiệp nội địa. Sáng kiến này có thể cung cấp các khoản tài trợ đối ứng cho các dự án kết hợp doanh nghiệp đa quốc gia lớn với các SME, nhà cung ứng hoặc cơ sở GDĐH của Việt Nam. Mục tiêu là nội địa hóa tri thức, phát triển chuỗi cung ứng và thúc đẩy chuyển giao công nghệ từ các nhà đầu tư chủ chốt sang các doanh nghiệp và người lao động trong nước.

Chương trình VITALS có thể bao trùm nhiều hình thức hợp tác – từ phát triển nhà cung ứng và dự án đồng đổi mới đến nâng cao kỹ năng lao động – và sẽ đảm bảo rằng những ĐMST và bí quyết quy trình từ các tập đoàn toàn cầu lan tỏa sang ngành công nghiệp trong nước. Một mô hình khác có thể là tài trợ các dự án “trình diễn” (demonstration projects) phối hợp giữa công ty và cơ sở GDĐH (ví dụ như một công ty thử nghiệm một thiết kế chip mới trong phòng thí nghiệm đại học). Chương trình cũng có thể khuyến khích một doanh nghiệp FDI trong lĩnh vực bán dẫn cổ vấn và nâng cấp một nhóm các nhà cung ứng nội địa (về vật liệu, linh kiện, dịch vụ) – với NSNN hỗ trợ tương ứng một phần kinh phí doanh nghiệp bỏ ra cho quan hệ hợp tác này. Bằng cách thiết kế các “cửa sổ tài trợ” thành phần, Chính phủ có thể từng bước giữ tri thức lan tỏa ở lại trong nước, đảm bảo những tiến bộ do các tập đoàn toàn cầu mang đến sẽ chuyển hóa thành việc các kỹ sư và công ty Việt Nam tiếp thu được năng lực mới.

Cụ thể, chương trình có thể do Bộ Công Thương (MOIT) hoặc NIC điều phối, với các khoản tài trợ đối ứng (như chi trả khoảng 50% chi phí dự án và áp dụng mức trần cụ thể) cùng các đầu ra rõ ràng (như số lượng nhân sự Việt Nam được đào tạo, quy trình mới được tiếp nhận hay IP được chia sẻ). Về lâu dài, chương trình này sẽ giúp xây dựng một mạng lưới các nhà cung ứng và công ty khởi nghiệp Việt Nam tham gia vào chuỗi giá trị bán dẫn toàn cầu.

Chương trình VITALS cũng có thể bao gồm việc thành lập các trung tâm đổi mới “mở” nơi giới học thuật và doanh nghiệp cùng đồng sáng tạo. Như đã thảo luận ở Trụ cột 2 về cơ sở hạ tầng, một khuyến nghị then chốt là xây dựng các dây chuyền sản xuất thử nghiệm dùng chung trong các lĩnh vực chiến lược như đóng gói tiên tiến. Các dây chuyền này có thể được phát triển thông qua hợp tác công tư với sự tham gia của các đối tác doanh nghiệp và sẽ được trang bị các thiết bị liên kết, quang khắc và đo kiểm hiện đại phục vụ đóng gói 2.5D/3D, cho phép các nhà nghiên cứu và công ty chế tạo thử các giải pháp mới. Lợi ích mang lại ở hai phương diện: nâng cao tay nghề nhân lực nhờ tiếp cận thiết bị công nghiệp thực, và thử nghiệm ĐMST mà không làm gián đoạn dây chuyền sản xuất khối lượng lớn. Các mô hình toàn cầu – như imec của Bỉ và Viện Khoa học Công nghệ Tiên tiến Quốc gia (AIST)/LSTC của Nhật Bản – cho thấy các trung tâm R&D trung lập, vận hành theo hình thức liên minh có thể làm bộ phóng cho cả hệ sinh thái. Tương tự, một “không gian chung” về thiết kế vi mạch và chế tạo thử nghiệm với công cụ EDA truy cập qua đám mây và dịch vụ wafer đa dự án, như đã thảo luận ở Trụ cột 1, sẽ giảm rào cản cho doanh nghiệp ĐMST và cơ sở GDĐH trong việc chế tạo chip thử nghiệm.

Như đã đề cập ở Mục 2.4, các trung tâm này nên cùng đặt tại một địa điểm, quy tụ nhân lực học thuật và doanh nghiệp, và được đồng tài trợ bởi đối tác công và tư trong trung và dài hạn. Trung tâm Đổi mới & Chuyển giao Bán dẫn Quốc gia (NSTIC) mới của Singapore là cơ sở trị giá 180 triệu Đô la Singapore (khoảng 135 triệu USD) cung cấp cho doanh nghiệp và các nhà nghiên cứu phòng sạch dùng chung, thiết bị chuẩn công nghiệp và chuyên gia tại chỗ nhằm đẩy nhanh R&D ứng dụng. Các trung tâm thí điểm sản xuất của Việt Nam có thể đóng vai trò tương tự – như một môi trường thử nghiệm nơi các nhóm trường đại học, startup nội địa và công ty nước ngoài hợp tác phát triển các thiết kế hay quy trình thử nghiệm (một phòng lab quang tử silicon, một xưởng chế tạo MEMS quy mô nhỏ,...). Để thúc đẩy việc khai thác, Chính phủ có thể trợ giá chi phí tiếp cận cho trường đại học và SME, đồng thời yêu cầu bất kỳ doanh nghiệp nào nhận ưu đãi (miễn thuế, tài trợ R&D) phải tham gia các cơ sở dùng chung này hoặc các chương trình đào tạo liên quan. Lâu dài, các trung tâm đổi mới này sẽ giúp gắn kết nhiều hoạt động R&D hơn tại Việt Nam – một bước quan trọng, bởi các công ty cuối cùng sẽ đặt hoạt động của mình ở nơi có nhân tài và năng lực.

Gói đầu tư này sẽ tạo cầu nối giữa nghiên cứu và thương mại hóa, cũng như giữa MNC và năng lực nội địa – những mắt xích hiện còn thiếu. Các SME trong nước và giới học thuật sẽ được trải nghiệm thực hành với các công nghệ tiên tiến, qua đó tăng khả năng những ý tưởng lớn tiếp theo trong lĩnh vực bán dẫn có thể được phát triển và thương mại hóa ngay tại Việt Nam. Chúng bổ sung cho các chương trình tài trợ đối ứng và hỗ trợ khởi nghiệp đã mô tả ở trên – cùng nhau đưa Việt Nam tiến gần hơn đến một hệ sinh thái ĐMST hoàn chỉnh cho ngành chất bán dẫn. Những sáng kiến này cũng tạo động lực để các chuyên gia người Việt ở nước ngoài và công ty nước ngoài đặt thêm hoạt động R&D tại Việt Nam, vì biết rằng ở đây đã có môi trường thuận lợi về nhân tài, cơ sở vật chất và chương trình hợp tác. Tóm lại, thúc đẩy ĐMST ba bên (đại học – doanh nghiệp – chính phủ) sẽ đảm bảo Việt Nam không chỉ đào tạo thêm kỹ sư (Trụ cột 1) và xây dựng phòng lab (Trụ cột 2), mà còn tận dụng những nguồn lực đó để tạo ra IP, các công ty khởi nghiệp công nghệ cao và việc làm giá trị gia tăng trong nước.

4. CƠ CHẾ QUẢN TRỊ VÀ TÀI CHÍNH ĐỂ TẠO RA TÁC ĐỘNG QUY MÔ LỚN

Để gắn kết mọi yếu tố, Việt Nam cần các cơ chế quản trị và tài chính hiệu quả. Trụ cột này tập trung vào cách quản lý một chương trình đa diện, đảm bảo nguồn vốn bền vững và thiết lập trách nhiệm giải trình rõ ràng về kết quả. Về bản chất, nội dung này giải quyết câu hỏi *ai sẽ dẫn dắt chương trình nhân tài bán dẫn, cách thức phối hợp triển khai, và làm sao để chi trả cho chương trình đó.*

4.1. Thành lập cơ quan chỉ đạo và điều phối việc phát triển nhân tài ngành bán dẫn

Với tính phức tạp và tầm quan trọng chiến lược của nhiệm vụ, cần thành lập một **Cơ quan điều phối chuyên trách về phát triển nhân tài bán dẫn chỉ đạo và giải quyết vướng mắc cho chương trình này.** Cơ quan này sẽ đóng vai trò đầu mối chỉ đạo, tháo gỡ vướng mắc và điều phối các hoạt động của chương trình. Cơ quan này có thể hoạt động như một tiểu ban trực thuộc Ban Chỉ đạo Trung ương về phát triển khoa học, công nghệ, ĐMST và chuyển đổi số, và nên do lãnh đạo cấp cao nhất có thể của Nhà nước đứng đầu. Thành viên nên bao gồm đại diện từ các bộ ngành chủ chốt (Bộ GD&ĐT, Bộ KH&CN, Bộ Tài chính), các lãnh đạo doanh nghiệp, và đại diện từ các cơ sở GDĐH hàng đầu của Việt Nam.

Sự tham gia chỉ đạo ở cấp cao của Nhà nước hoặc Chính phủ sẽ thể hiện mức độ ưu tiên quốc gia của chương trình này. Cơ quan điều phối sẽ đóng vai trò là thực thể ra quyết định cao nhất, phá vỡ sự phân mảnh giữa chính sách giáo dục, KH&CN và ĐMST và chính sách công nghiệp. Cơ quan này có thể bao gồm một nhóm tư vấn gồm các lãnh đạo doanh nghiệp và hiệu trưởng các cơ sở GDĐH, mô phỏng theo Hội đồng Tư vấn KH&CN của Tổng thống Hàn Quốc, để thể chế hóa đối thoại công-tư về nhu cầu kỹ năng. Bằng cách định hướng chiến lược cho phát triển nhân tài bán dẫn, giám sát một kế hoạch hành động thống nhất và khung kết quả chung, hội đồng sẽ đảm bảo triển khai đồng bộ giữa các bên liên quan và giải quyết nhanh chóng các vấn đề như chậm cấp vốn hoặc phê duyệt chương trình đào tạo. Để bảo đảm các chỉ đạo chiến lược được thực thi đầy đủ và kịp thời, cần thành lập một ban thư ký hoặc đơn vị triển khai hỗ trợ với nguồn lực và nhân sự phù hợp.

Tại Singapore, ban phát triển kinh tế Singapore (EDB) – cơ quan phát triển công nghiệp của Chính phủ trực thuộc Bộ Công Thương – là đầu mối liên kết các công cụ chính sách nhân tài (như học bổng, chương trình chuyển đổi nghề, quy định về nhân lực) với các đòn bẩy ĐMST (tài trợ R&D công, hạ tầng dây chuyền thí điểm, chương trình đồng đầu tư với doanh nghiệp) cho ngành bán dẫn.⁵¹ EDB dẫn dắt việc cập nhật Bản đồ Chuyển đổi Ngành Điện tử, đảm bảo các sáng kiến về việc làm và kỹ năng được điều chỉnh phù hợp với lộ trình R&D và thu hút đầu tư. Các chương trình cụ thể – như Chương trình IPP, Trại hè Thiết kế Vi mạch (IC Design Summer Camp), và các Chương trình Chuyển đổi Nghề nghiệp – được triển khai thông qua quan hệ đối tác chặt chẽ giữa EDB, các viện đào tạo, Hiệp hội Công nghiệp Bán dẫn Singapore (SSIA), và các doanh nghiệp trong ngành, nhằm cung cấp nhân tài bán dẫn cho quá trình mở rộng R&D. Thực tế, EDB đóng vai trò là **đầu mối duy nhất chịu trách nhiệm** với các công ty và cơ sở GDĐH cần cả nhân lực lãnh nghề lẫn hệ sinh thái ĐMST. Từ các trung tâm xuất sắc về công nghệ tích hợp đi từ xưởng chế tạo thí điểm quốc gia NSTIC, EDB đảm bảo nguồn cung nhân tài, hạ tầng nghiên cứu và các ưu đãi đầu tư tiến bộ đồng bộ trên toàn chuỗi giá trị bán dẫn của Singapore.⁵²

⁵¹ Singapore EDB. (2023, tháng 2). Tổng kết EDB năm 2022. Thông tin lấy từ: <https://www.edb.gov.sg/en/about-edb/media-releases-publications/edb-year-2022-in-review.html>

⁵² Ban Phát triển Kinh tế Singapore. (2024, ngày 12 tháng 3). Điều gì khiến Singapore trở thành địa điểm lý tưởng cho các công ty bán dẫn thúc đẩy đổi mới sáng tạo. Thông tin lấy từ: <https://www.edb.gov.sg/en/business-insights/insights/what-makes-singapore-a-prime-location-for-semiconductor-companies-driving-innovation.html>

4.2. Tích hợp và khai thác các nguồn tài chính: một nền tảng một cửa

Việt Nam hiện có nhiều nguồn kinh phí để hỗ trợ một chương trình phát triển nhân tài bán dẫn và R&D tích hợp, với tỷ lệ đóng góp công – tư khác nhau. ISF đang cung cấp trợ cấp và hoàn trả chi phí để đào tạo nâng cao kỹ năng tại doanh nghiệp, tương tự các mô hình đã được áp dụng thành công ở nhiều quốc gia. ISF – nếu được cấp vốn ban đầu vài trăm triệu USD – cùng với Chương trình quốc gia về phát triển công nghệ & công nghiệp chiến lược (NPSTID) dự kiến và quỹ đầu tư phát triển công nghiệp chiến lược (SIDIF) sẽ tạo ra một nguồn kinh phí đáng kể cho phát triển nhân tài công nghệ. Các nguồn này có thể được phân bổ không chỉ cho hạ tầng mà còn cho các chương trình đối ứng phát triển nhân tài. Một phần kinh phí của ISF, NPSTID và SIDIF có thể dành riêng cho các hoạt động phát triển nhân tài bán dẫn không liên quan đến cơ sở hạ tầng.

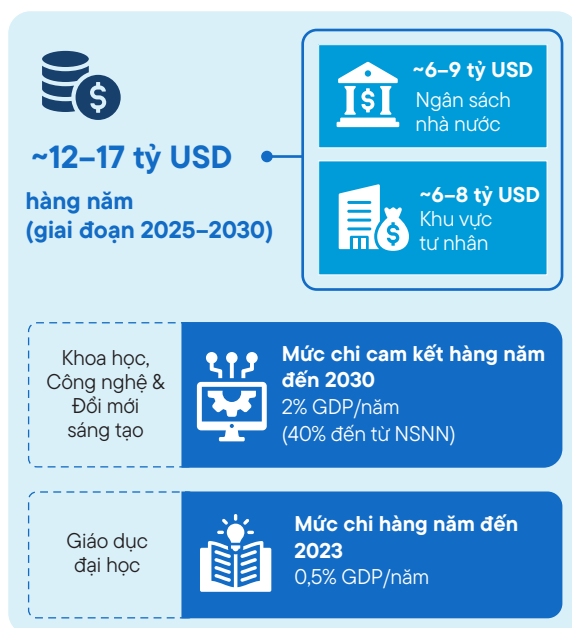
Những nguồn lực này cần được điều phối dưới một mái nhà chung thay vì quản lý phân tán, nhằm tăng hiệu quả, khả năng tiếp cận và tối đa hóa mức sử dụng. Ví dụ, một nền tảng tài trợ “một cửa” có thể kết hợp các nguồn kinh phí khác nhau và sử dụng chúng để đồng tài trợ cho các dự án mang tính chiến lược. Dù việc hợp nhất hoàn toàn các quỹ là khó khăn, một cơ chế đồng chỉ đạo chung giữa Bộ GD&ĐT, Bộ KH&CN và các cơ quan quản lý những quỹ liên quan có thể giúp điều chỉnh thống nhất các chương trình của các cơ quan này. Trên nền tảng chung này, các cơ quan cấp vốn có thể phối hợp phát hành các đợt kêu gọi đề xuất hằng năm, trong đó liên danh các cơ sở GDĐH và doanh nghiệp cùng nộp hồ sơ xin tài trợ cho các sáng kiến tích hợp. Ngân sách giáo dục có thể tài trợ chi phí đào tạo tại cơ sở GDĐH; quỹ đầu tư có thể hỗ trợ phần kinh phí phía doanh nghiệp; quỹ cơ sở hạ tầng có thể hỗ trợ các cơ sở hạ tầng quy mô lớn, tác động cao; và Bộ KH&CN có thể bổ sung nguồn lực để xây dựng năng lực R&D – tất cả đều được thẩm định trong cùng một quy trình thống nhất. Cách tiếp cận này đảm bảo vốn đầu tư công sẽ thu hút thêm đầu tư tư nhân vào cùng một dự án, thay vì cấp vốn rời rạc cho các hoạt động đơn lẻ. Về bản chất, tập trung các quỹ theo các mục tiêu chung trên một nền tảng thống nhất sẽ là chìa khóa để tối đa hóa tác động và đảm bảo sự thống nhất trên toàn cảnh tài trợ nhân tài và ĐMST ngành bán dẫn của Việt Nam.

5. CHI PHÍ, TRIỂN KHAI, RỦI RO VÀ CƠ HỘI

Sau khi phác thảo những gì cần làm trong chiến lược, phần này chuyển sang trả lời câu hỏi về mức đầu tư, cách thức, thời điểm triển khai, và các tình huống giả định. Cụ thể, phần này làm rõ quy mô tài chính và phân kỳ thực hiện (chi phí và lộ trình), phương án tổ chức triển khai, cùng với đánh giá những rủi ro chính và các biện pháp giảm thiểu.

5.1. Quy mô ngân sách và tiến độ 2025–2030

Hình 30. Cam kết tài chính cho chương trình khoa học, công nghệ, ĐMST và GDĐH



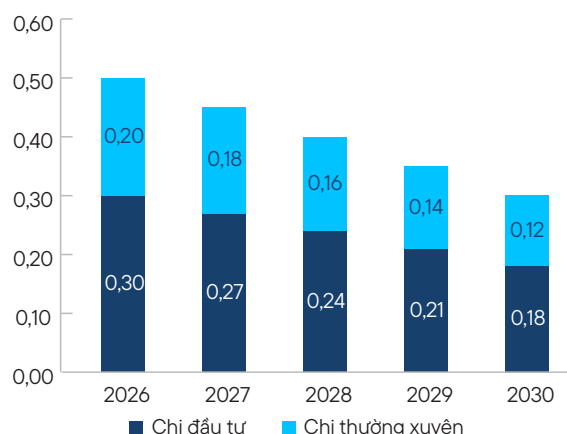
Ngân sách đầu tư

Việc triển khai chương trình nhân tài này ước tính sẽ cần tối thiểu 2 tỷ USD trong giai đoạn 2026–2030, bao gồm cả chi phí đầu tư tài sản cố định cho cơ sở hạ tầng và chi phí hoạt động thường xuyên (chi phí vận hành). Nguồn tài chính có thể đến từ NSNN, đóng góp của khu vực tư nhân và nguồn tài trợ tiềm năng từ các đối tác phát triển. Để so sánh, mức đầu tư 2 tỷ USD trong 5 năm thấp hơn đáng kể so với cam kết của các nước trong khu vực và chỉ vào khoảng 0,1–0,2% GDP hàng năm của Việt Nam – một con số hoàn toàn có thể chấp nhận được nếu xét đến tầm quan trọng chiến lược và lợi ích kỳ vọng mang lại (việc làm kỹ năng cao, thu hút FDI, v.v.) (Hình 30).

Phân bổ chi phí: chi đầu tư so với chi thường xuyên

Khoảng 40% (tương đương xấp xỉ 0,8 tỷ USD) tổng ngân sách sẽ dành cho chi thường xuyên/các chương trình phi hạ tầng – như học bổng và trợ cấp sinh hoạt phí, triển khai chương trình đào tạo, tài trợ nghiên cứu, v.v. – và phần lớn khoản này do Chính phủ cung cấp. Khoảng 60% còn lại dự kiến dành cho chi đầu tư – xây dựng và trang bị phòng thí nghiệm, các trung tâm xuất sắc, hạ tầng số (nền tảng đám mây EDA, v.v.) (xem Hình 31). Trên thực tế, chi đầu tư sẽ tập trung vào các năm đầu (xây dựng cơ sở vật chất, thiết lập chương trình), còn chi thường xuyên sẽ diễn ra đều đặn trong suốt quá trình (cấp học bổng hằng năm, vận hành và bảo trì phòng thí nghiệm, v.v.).

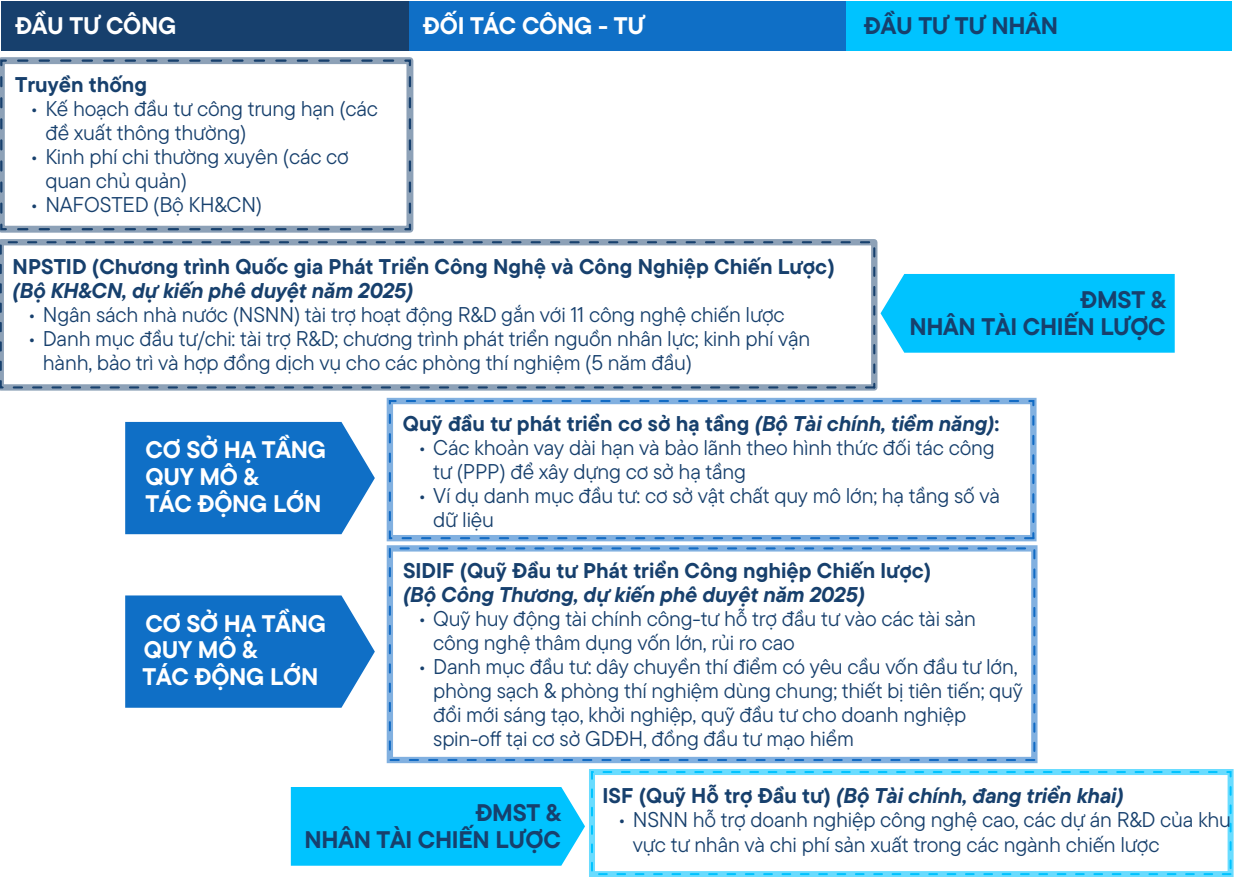
Hình 31. Đề xuất phân bổ chi phí hằng năm, 2026–2030 (tỷ USD)



Tỷ lệ đóng góp công – tư

Chương trình được thiết kế theo hình thức đồng tài trợ và có lộ trình thay đổi tỷ trọng. Đề xuất là ban đầu khu vực công (Chính phủ và đối tác phát triển) sẽ tài trợ khoảng 50% tổng kinh phí (xấp xỉ 2 tỷ USD), và khu vực tư nhân đóng góp khoảng 50% trong 3–5 năm đầu, sau đó tăng dần lên 60%. Giai đoạn đầu, Chính phủ có thể đảm nhận tỷ trọng lớn hơn (khoảng 60% trong các năm 2026–2027) do việc đầu tư cơ sở hạ tầng và thiết lập các chương trình phi cơ sở vật chất phần lớn do NSNN chi trả. Nhưng về sau, khi thực hiện các cơ chế đồng tài trợ và doanh nghiệp bắt đầu sử dụng các cơ sở được đầu tư, đóng góp của khu vực tư nhân sẽ tăng lên (có thể vượt 60% trong những năm cuối). Đến năm 2030, mục tiêu đặt ra là cứ mỗi 1 đồng NSNN chi cho nhân tài bán dẫn thì khu vực tư nhân cũng chi 1 đồng – dù là thông qua chia sẻ chi phí xây dựng và vận hành phòng thí nghiệm, đào tạo nhân viên của họ, hay tài trợ các chương trình đào tạo tại cơ sở GDĐH.

Hình 32. Phối hợp đầu tư công và tư cho ngành bán dẫn, phát triển nhân tài công nghệ, và ĐMST



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp dựa trên Nghị quyết 57-NQ/TW của Bộ Chính trị, Nghị định 182/2024/NĐ-CP, Quyết định 1131/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, và Thông báo 171/TB-VPCP của Văn phòng Chính phủ.

Ghi chú: MTIP là kế hoạch hấu tư công trung hạn. NAFOSTED là Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia; O&M là vận hành và bảo trì; HPC là điện toán hiệu năng cao. CAPEX là chi đầu tư.

Các đóng góp bằng hiện vật, chẳng hạn doanh nghiệp tặng thiết bị đã qua sử dụng hoặc cử chuyên gia (đều có giá trị quy đổi), cũng nên được tính vào phần đóng góp của khu vực tư nhân. Phần NSNN sẽ đến từ nguồn kinh phí của Bộ GD&ĐT (giáo dục), Bộ KH&CN (khoa học và công nghệ), cũng như từ các chương trình trọng điểm và các quỹ liên quan. Chúng tôi giả định Chính phủ sẽ tăng dần phân bổ ngân sách hằng năm cho những nỗ lực này, tận dụng dư địa tài khóa của đất nước (nợ công của Việt Nam đang ở mức tương đối thấp; và việc tăng chi khoảng 0,2% GDP cho GD&ĐT, từ mức nền thấp hiện tại khoảng 0,35–0,45% GDP, là hợp lý xét đến lợi ích tăng trưởng thu được).

Tổng thể, gói đầu tư 2 tỷ USD trong vòng 5 năm là một mục tiêu tham vọng nhưng khả thi. Tốc độ tăng trưởng nhanh và dư địa tài khóa của Việt Nam (nợ công đang trên đà giảm, và theo phân tích có khả năng tăng đầu tư công thêm khoảng 2% GDP) tạo điều kiện thuận lợi cho việc huy động nguồn lực. Hơn nữa, bằng việc thiết kế nhiều hợp phần theo hướng cùng chia sẻ chi phí với khu vực tư nhân, gánh nặng lên NSNN sẽ được giảm bớt và hiệu quả sử dụng vốn được nâng cao.

5.2. Rủi ro và biện pháp giảm thiểu

Không có chương trình tham vọng nào là không có rủi ro, nhưng nhìn chung, hầu hết rủi ro được đánh giá ở mức trung bình và có thể kiểm soát được với các biện pháp giảm thiểu đề xuất. Chúng tôi xác định một số rủi ro chính kèm các biện pháp giảm thiểu tương ứng, cũng như một số cơ hội có thể tận dụng. Rủi ro lớn nhất có lẽ là chảy máu chất xám; tuy nhiên, với nhu cầu mạnh mẽ đối với kỹ sư có kỹ năng cao tại Việt Nam (cùng với các ràng buộc văn hóa), nhiều cá nhân sau đào tạo sẽ có động lực ở lại nếu trong nước có cơ hội tương xứng. Việc giám sát thường xuyên bởi Hội đồng Nhân tài Bán dẫn sẽ đảm bảo rằng nếu bất kỳ chỉ báo rủi ro nào bắt đầu chuyển mức báo động (ví dụ như hơn 20% số người được cấp học bổng không quay về), có thể hành động ngay lập tức (như thắt chặt các yêu cầu ràng buộc hoặc điều chỉnh mức lương). Bằng cách lường trước những vấn đề này ngay từ bây giờ, Việt Nam có thể triển khai chương trình đẩy tham vọng này một cách tự tin và linh hoạt.

Rủi ro 1: Chảy máu chất xám

Rủi ro hàng đầu là sau khi đầu tư đào tạo nâng cao (thạc sĩ, tiến sĩ), một số cá nhân có thể rời Việt Nam để tìm mức lương hoặc cơ hội cao hơn ở nước ngoài, làm suy giảm nguồn nhân lực chất lượng cao trong nước.

Biện pháp giảm thiểu: Thực hiện các thỏa thuận ràng buộc đối với người nhận học bổng – những người được tài trợ để du học hoặc tham gia chương trình đào tạo tốn kém phải cam kết làm việc tại Việt Nam trong một thời gian tối thiểu (ví dụ 3–5 năm) hoặc hoàn trả lại khoản hỗ trợ đã nhận. Bên cạnh đó, cải thiện các điều kiện trong nước: tạo ra các vị trí R&D hấp dẫn và lộ trình sự nghiệp rõ ràng trong nước (như đã đề cập, thành lập các viện nghiên cứu, phòng thí nghiệm, hoặc khuyến khích các tập đoàn đa quốc gia mở văn phòng R&D tại Việt Nam để tuyển dụng những học viên đã về nước). Đồng thời, có thể thiết lập các kênh ngoại giao để thúc đẩy “tuần hoàn chất xám” thay vì chảy máu chất xám một chiều, như – thu hút cộng đồng chuyên gia người Việt ở nước ngoài tham gia các dự án trong nước dù họ không ở tại Việt Nam. Cuối cùng, theo dõi chặt chẽ tỷ lệ giữ chân nhân tài; nếu một số chương trình có tỷ lệ người rời đi cao, cần điều chỉnh khâu tuyển chọn hoặc tăng cường ràng buộc tương ứng.

Rủi ro 2: Áp lực tài khóa hoặc thiếu hụt kinh phí

Nếu tình hình kinh tế biến động hoặc ưu tiên của Chính phủ thay đổi, sẽ có rủi ro là nguồn ngân sách công dự kiến (đặc biệt khoản lớn 2 tỷ USD) có thể không được phân bổ đầy đủ. Ngân sách có thể bị cắt giảm hoặc điều chuyển khỏi lĩnh vực giáo dục/KH&CN và ĐMST nếu áp lực tài khóa gia tăng.

Biện pháp giảm thiểu: Đảm bảo cam kết chính trị mạnh mẽ ngay từ đầu (thông qua các nghị quyết và cơ chế bố trí ngân sách trung hạn) để cam kết chương trình này là một ưu tiên quốc gia. Bên cạnh đó, chia nhỏ dự án

thành các hợp phần có thể mở rộng quy mô – nếu kinh phí bị hạn chế, tập trung ưu tiên thực hiện các hợp phần cốt lõi (như học bổng và phòng thí nghiệm trọng yếu) trước, còn các sáng kiến ưu tiên thấp hơn hoặc mang tính thử nghiệm có thể hoãn hoặc thu nhỏ phạm vi. Lồng ghép cơ chế đồng tài trợ với khu vực tư nhân và tìm kiếm các nguồn vốn thay thế (như đóng góp từ quỹ phát triển của cơ sở GDĐH, quỹ thiện nguyện) cũng giúp giảm phụ thuộc vào NSNN. Một biện pháp nữa là sớm chứng minh kết quả để duy trì sự ủng hộ – nếu đến năm 2027 chương trình cho thấy những thành công rõ rệt (việc làm được tạo ra, nhà đầu tư được thu hút), thì khả năng bị cắt giảm ngân sách sẽ thấp hơn.

Rủi ro 3: Cú sốc nhu cầu hoặc biến động thị trường

Ngành công nghiệp bán dẫn mang tính chu kỳ và công nghệ thay đổi nhanh chóng. Rủi ro ở chỗ các kỹ năng được đào tạo có thể bị thiếu nhu cầu nếu thị trường chuyển hướng, chẳng hạn như suy thoái toàn cầu về nhu cầu chip có thể làm chậm tuyển dụng, hoặc một công nghệ mới có thể thay đổi bộ kỹ năng cần thiết (tương lai xa có thể chuyển sang chip do AI thiết kế hoặc điện toán lượng tử).

Biện pháp giảm thiểu: Thiết kế chương trình đào tạo với tính linh hoạt và phạm vi rộng, tuân theo nguyên tắc “không hối tiếc” (no-regret). Tập trung vào các kỹ năng nền tảng (nền tảng điện tử vững chắc, kỹ năng giải quyết vấn đề, lập trình) có thể chuyển đổi được ngay cả khi công nghệ cụ thể thay đổi. Ngoài ra, liên tục cập nhật chương trình đào tạo dựa trên phản hồi từ doanh nghiệp mỗi năm (các Ban cố vấn doanh nghiệp sẽ giúp phát hiện kịp thời sự thay đổi về nhu cầu kỹ năng và đề xuất điều chỉnh chương trình gần như theo thời gian thực). Nếu xảy ra suy thoái theo chu kỳ (ví dụ như sinh viên tốt nghiệp tạm thời khó tìm việc do thị trường chững lại), hãy tận dụng thời gian này một cách hữu ích: khuyến khích họ học tiếp lên trình độ cao hơn (làm nghiên cứu sinh, tham gia dự án nghiên cứu) trong thời gian thị trường trì trệ, hoặc tạm thời thu hút họ vào các dự án nghiên cứu công cho đến khi thị trường phục hồi. Cốt lõi là tránh đào tạo quá chuyên sâu vào một công nghệ hẹp và duy trì một hệ thống đào tạo linh hoạt có thể chuyển hướng khi cần thiết.

Rủi ro 4: Thiếu sự tham gia từ khu vực tư nhân

Rủi ro đặt ra là các doanh nghiệp có thể sẽ không tham gia như kỳ vọng – có thể do chưa nắm rõ chương trình, thiếu tin tưởng, hoặc họ có những hạn chế riêng – dẫn đến kế hoạch (vốn trông cậy nhiều vào sự đồng đầu tư và tham gia của khu vực tư nhân) gặp trở ngại về tính khả thi.

Biện pháp giảm thiểu: Tăng cường tiếp cận sớm và truyền thông mạnh mẽ với doanh nghiệp là điều tối quan trọng. Thông qua Hội đồng nhân tài bán dẫn và các hiệp hội ngành (như hiệp hội doanh nghiệp điện tử), phổ biến rộng rãi về chương trình và các ưu đãi liên quan. Đơn giản hóa quy trình để doanh nghiệp tham gia (thủ tục đăng ký nhận tài trợ đối ứng dễ dàng, giảm bớt giấy tờ khi thành lập phòng thí nghiệm chung,...). Chứng minh kết quả nhanh – chẳng hạn như nêu bật câu chuyện thành công của một doanh nghiệp nhận được tài trợ đối ứng 50% để nâng cấp trung tâm đào tạo, qua đó tạo động lực cho các doanh nghiệp khác noi theo. Nếu cần, điều chỉnh mức ưu đãi – để lấy ví dụ, nếu ban đầu số lượng doanh nghiệp tham gia thấp, có thể tạm thời tăng tỷ lệ tài trợ của Chính phủ hoặc mở rộng phạm vi đối tượng thụ hưởng. Ngoài ra, thu hút sớm một số nhà đầu tư chủ chốt (Intel, Samsung, v.v.) tham gia để các SME trong chuỗi cung ứng noi theo.

THAM KHẢO

Agency for Science, Technology and Research (A*STAR). 2024. National Semiconductor Translation and Innovation Centre (NSTIC): Factsheet. Singapore.

Afreen Siddiqi. 2022. “A Brief Introduction to Systems Thinking.” Harvard Kennedy School.

Alok Medikepura Anil. 2025. “Technology Convergence Is Leading the Way for the Fifth Industrial Revolution.” World Economic Forum, 13 Jan 2025.

Amkor Technology. 2023. Amkor Opens US \$1.6 billion Advanced SiP ‘Smart Factory’ in Bắc Ninh, Việt Nam. Press release, 7 Nov 2023.

Boston Consulting Group (BCG). 2022. The Growing Challenge of Semiconductor Design Leadership. Boston.

Boston Consulting Group (BCG) & Semiconductor Industry Association (SIA). 2020. Government Incentives and U.S. Competitiveness in Semiconductor Manufacturing. Washington DC: SIA.

Boston Consulting Group (BCG) & Semiconductor Industry Association (SIA). 2021. Strengthening the Global Semiconductor Value Chain in an Uncertain Era. Washington DC: SIA.

China Center for Information Industry Development (CCID) & China Semiconductor Industry Association (CSIA). 2023. White Paper on Talent: China’s Integrated-Circuit Industry (2022-2023). Beijing: CCID Press.

Deloitte. 2022. The Global Semiconductor Talent Shortage: Preparing for the Next Wave. New York.

Deloitte. 2023. 2024 Global Semiconductor Industry Outlook. New York: Deloitte Insights.

Donella H. Meadows. 2008. Thinking in Systems: A Primer. White River Junction: Chelsea Green.

Draghi, M. 2024. The Future of European Competitiveness: In-depth Analysis and Recommendations (Part B). Report to the European Commission, Sept 2024.

FUV (Fulbright University Việt Nam). 2024. Việt Nam Semiconductor Workforce Development – Final Report. 15 Nov 2024.

General Statistics Office of Việt Nam (GSO). 2025. Statistical Yearbook of Việt Nam 2024. Hà Nội.

General Statistics Office of Việt Nam (GSO). Annual. Labour-Force Survey Micro-data 2013-2023. Hà Nội.

Rosenbach, E. et al. 2025. Critical and Emerging Technologies Index. Cambridge MA.

International Finance Corporation (IFC). 2020. Việt Nam Electronics & Electrical-Equipment Value-Chain Study (internal working paper). Washington DC.

International Monetary Fund (IMF). 2023. World Economic Outlook – April 2023: A Rocky Recovery. Washington DC.

International Monetary Fund (IMF). 2025. Industrial Policies: Handle with Care. Staff Discussion Note SDN/25/01. Washington DC.

Jeremy Jurgens & Kary Bheemaiah. 2025. “Rhythms of Innovation: How Technology Synergies Are Redefining the Future.” World Economic Forum, 21 Jan 2025.

Korea Semiconductor Industry Association (KSIA). 2022. “Response of KSIA to U.S. CHIPS Incentives Program Request-for-Information.” Seoul.

Korea Semiconductor Industry Association (KSIA). 2023. “SEDEX Report – 25th Semiconductor Exhibition Overview.” Seoul.

McKinsey & Company. 2024. Will the World Have Enough Chip Engineers after 2030? Semiconductor Practice Insight, Jan 2024.

Ministry of Science & Technology (MOST) Việt Nam. 2024. Science, Technology and Innovation Indicators of Việt Nam 2023. Hà Nội.

Ministry of Trade & Industry Singapore. 2024. Enhanced PACT Scheme: Factsheet.

National Science Foundation (NSF). 2024. Doctorate Recipients from U.S. Universities: 2023 Data Tables. Alexandria VA.

National Science Foundation (NSF). 2025. Engineering Research Centers (ERC) Program Overview. Arlington, VA: U.S. National Science Foundation.

NSTIC. 2024. Factsheet for COS 2024. National Semiconductor Translation and Innovation Centre, Singapore.

OECD. 2015. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting R&D Data. Paris.

OECD. 2024a. Chips, Nodes and Wafers: A Taxonomy for Semiconductor Data Collection. Paris.

OECD. 2024b. Promoting the Growth of the Semiconductor Ecosystem in the Philippines. Paris. doi: 10.1787/01497fea-en.

Park, Suzy E. 2019. Technological Convergence: Regulatory, Digital Privacy and Data Security Issues. Congressional Research Service, 30 May 2019.

RAND Corporation. 2024. Structures, Functions, and Processes of Centers of Excellence. Santa Monica, CA: RAND Corporation.

Semiconductor Industry Association (SIA). 2023. State of the U.S. Semiconductor Industry 2023. Washington DC.

SIA. 2024. SIA 2024 Factbook. Washington DC.

SIA & Boston Consulting Group (BCG). 2024. Emerging Resilience in the Semiconductor Supply-Chain. Washington DC: SIA.

SIA & BCG. 2021. Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era. Washington DC: SIA.

SIA & BCG. 2020. Government Incentives and U.S. Competitiveness in Semiconductor Manufacturing. Washington DC: SIA.

SIA & Oxford Economics. 2023. Chipping Away at the Gap: America’s Semiconductor Workforce Needs. Washington DC: SIA.

USAID. 2024. Semiconductor Education and Skills Analysis Brief. USAID/Vietnam Higher Education Development Support Activity. Unpublished.

World Bank. 2020a. Việt Nam: Science, Technology and Innovation Report. Washington DC.

World Bank. 2020b. Improving the Performance of Higher Education in Việt Nam. Washington DC.

World Bank. 2021. Việt Nam: Adapting to An Aging Society. Washington DC.

World Bank. 2024a. Việt Nam 2045 – Trading Up in a Changing World: Pathways to a High-Income Future. Washington DC.

World Bank. 2024b. East Asia & Pacific Economic Update – October 2024: Jobs and Technology. Washington DC.

World Economic Forum. 2024. Technology Convergence 2024: Synergies between AI, Semiconductors and Frontier Tech. Geneva.

World Intellectual Property Organization (WIPO). 2024. Global Rankings of Science & Technology Clusters: Annex to the Global Innovation Index 2024. Geneva.

Singapore Economic Development Board (EDB). 2024. “What Makes Singapore a Prime Location for Semiconductor Companies Driving Innovation.” EDB Insights

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1. THUẬT NGỮ

Thuật ngữ/Từ viết tắt	Ý nghĩa ngắn gọn & Liên quan đến Việt Nam
Đóng gói tiên tiến (Advanced Packaging – AP)	Thế hệ công nghệ đóng gói bán dẫn mới – ví dụ, tích hợp 2.5D/3D, đóng gói fan-out cấp wafer (fan-out wafer-level), xếp chồng chiplet – kết hợp nhiều chip và chức năng vào một khối hiệu năng cao. AP cho phép tạo ra chip tốc độ xử lý nhanh, tiêu thụ điện năng thấp và có khả năng xử lý lượng dữ liệu lớn cho các ứng dụng trọng yếu như điện toán tự động, trí tuệ nhân tạo (AI) tạo sinh, 5G, ô tô điện (EV), và Internet vạn vật (IoT). AP sẽ tăng gấp đôi quy mô thị trường 48 tỷ USD hiện nay vào năm 2030 và hiện đã được Intel và Amkor thử nghiệm tại Việt Nam, tạo bệ phóng để tiến vào sản xuất có giá trị cao hơn.
Mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit – ASIC)	Chip tùy chỉnh được tối ưu cho một công việc cụ thể (suy luận AI, băng tần gốc 5G, quản lý nguồn, v.v.). Nhu cầu toàn cầu đang tăng vọt; các công ty thiết kế của Việt Nam có thể khai thác các thị trường ngách bằng cách chuyển từ các dịch vụ hậu kỳ sang tự phát triển toàn diện tài sản trí tuệ (IP) cho ASIC.
Lắp ráp, kiểm thử & đóng gói (Assembly, Test & Packaging – ATP)	Phân đoạn truyền thống ở cuối của chuỗi giá trị, bao gồm gắn die (một mảnh bán dẫn nhỏ cắt ra từ tấm wafer, chứa mạch tích hợp đã hoàn thiện nhưng chưa được đóng gói) vào đế, nối dây và kiểm tra chức năng chip. Việt Nam là nơi đặt cơ sở ATP lớn nhất của Intel và nhiều nhà máy OSAT (công ty đóng gói và kiểm thử bán dẫn thuê ngoài) nước ngoài, tạo ra hàng nghìn việc làm cho kỹ thuật viên và kỹ sư.
Các node BiCMOS/FinFET/CMOS	“Node” (nút công nghệ) để cập đến một thế hệ công nghệ chế tạo chip – phản ánh kích thước bóng bán dẫn nhỏ đến mức nào – được đo bằng nanomet (ví dụ, 3nm, 2nm). Node nhỏ hơn cho phép chip chạy nhanh hơn, tiết kiệm năng lượng hơn. CMOS là loại transistor cơ bản được dùng trong hầu hết chip, nhưng khi tiếp tục thu nhỏ sẽ gặp vấn đề rò rỉ năng lượng. FinFET là thiết kế 3D mới giúp giảm hao hụt năng lượng và cải thiện hiệu năng, đặc biệt quan trọng với chip tiên tiến như AI và thiết bị di động. BiCMOS kết hợp CMOS số với các phần tương tự đặc biệt để xử lý tín hiệu thế giới thực như âm thanh, sóng radio hoặc điện năng – được sử dụng trong chip 5G, chip tần số vô tuyến (RF) và quản lý năng lượng. Hiểu rõ cách các công nghệ này tác động đến hoạt động của chip là điều cốt yếu để thiết kế các mạch tin cậy và hiệu năng cao. Việc làm chủ các node này là yêu cầu bắt buộc cho thiết kế vi mạch tiên kỳ và hiện đang là lỗ hổng kỹ năng trong chương trình đào tạo ở Việt Nam.
Chiplet	Một die (chip) chức năng nhỏ được thiết kế để kết hợp với các die khác trong cùng một bao gói thông qua công nghệ AP; cho phép thời gian đưa ra thị trường nhanh hơn và tích hợp dị thể. Xu hướng này đang thúc đẩy nhu cầu về năng lực đóng gói tiên tiến tại Việt Nam.
Phòng sạch (Cleanroom)	Cơ sở môi trường kiểm soát (độ sạch cấp 10–1000) cần thiết cho quy trình xử lý wafer và một số bước đóng gói tiên tiến; khuyến nghị phát triển các dây chuyền thí điểm dùng chung cho cơ sở giáo dục đại học (GDĐH)/doanh nghiệp để thử nghiệm nguyên mẫu mà không cần xây dựng fab (nhà máy chế tạo chip) hoàn chỉnh.

Thuật ngữ/Từ viết tắt	Ý nghĩa ngắn gọn & Liên quan đến Việt Nam
Tối ưu hóa đồng thời thiết kế & công nghệ (Design Technology Co-Optimization – DTCO)	Tối ưu song song bố trí vi mạch và thiết kế bao gói/bảng mạch nhằm đạt các mục tiêu về công suất – hiệu năng – diện tích. Sự phối hợp chặt chẽ giữa thiết kế vi mạch và đóng gói tiên tiến tại Việt Nam có thể tạo ra các giải pháp khác biệt khi năng lực trong nước dần được nâng cao.
Chip rời rạc, tương tự & các loại khác (Discrete, Analog & Other – DAO)	Các linh kiện diodes, cảm biến, phần quản lý nguồn và RF chuyển đổi, điều chỉnh hoặc đóng ngắt tín hiệu và điện năng; cùng với chip logic & bộ nhớ tạo nên hệ thống điện tử hoàn chỉnh. Thị phần DAO đang tăng trong lĩnh vực ô tô điện và IoT, mở ra các ngành thiết kế & kiểm thử cho các công ty Việt Nam (định nghĩa điều chỉnh từ hình trong báo cáo).
Tự động hóa thiết kế điện tử (Electronic Design Automation – EDA)	Bộ công cụ phần mềm (Cadence, Synopsys, Siemens, v.v.) giúp tự động hóa quy trình thiết kế vi mạch và bảng mạch in (PCB), từ mức mô tả RTL (Register-Transfer Level) – định nghĩa logic sơ khai – đến bản layout chế tạo cuối (GDSII). Thành thạo công cụ EDA là yêu cầu tối thiểu khi tuyển dụng và cũng là nội dung của nhiều biên bản ghi nhớ (MoU) giữa các cơ sở GDĐH Việt Nam và các công ty cung cấp công cụ.
Thiết kế tiền kỳ và hậu kỳ	Thiết kế tiền kỳ bao gồm kiến trúc hệ thống (chức năng tổng thể), vi kiến trúc (các khối chức năng và luồng dữ liệu) và thiết kế RTL/mạch tương tự (mô tả hoạt động logic và xử lý tín hiệu) – phần lớn do con người thực hiện và đòi hỏi nghiên cứu chuyên sâu; Thiết kế hậu kỳ gồm triển khai vật lý và xác minh, các công đoạn ngày càng được AI tự động hóa. Việt Nam mạnh về hậu kỳ nhưng cần nâng cao kỹ năng tiền kỳ để tạo ra IP.
Foundry	Nhà máy sản xuất wafer theo hợp đồng (ví dụ, TSMC, Samsung Foundry), sản xuất các thiết kế cho khách hàng là các công ty chuyên thiết kế vi mạch (không sở hữu nhà máy) (fabless). Việt Nam hiện chưa có năng lực foundry; các chính sách đang tập trung vào các thế mạnh về thiết kế vi mạch/đóng gói tiên tiến nhằm gắn kết với hệ sinh thái foundry nước ngoài.
Mạch tích hợp (Integrated Circuit – IC)	Một tổ hợp các linh kiện điện tử được hình thành trên một tấm wafer bán dẫn. Khi được đóng gói, nó sẽ trở thành con chip cung cấp năng lực xử lý cho các sản phẩm điện tử. Các phân đoạn trong chuỗi giá trị bán dẫn – thiết kế, sản xuất, ATP, AP – quyết định những khâu mà Việt Nam có thể tham gia để gia tăng giá trị.
Chip bán dẫn logic (Logic Semiconductor)	Chip xử lý hoặc điều khiển thực thi lệnh – “bộ não” của hệ thống tính toán – từ vi điều khiển đến bộ gia tốc AI. Đây là phân đoạn có giá trị cao nhất về nhân lực thiết kế và là mục tiêu dài hạn cho các công ty khởi nghiệp fabless tại Việt Nam.
Bộ nhớ (Memory)	Các chip lưu trữ dữ liệu/lệnh, bao gồm DRAM (bộ nhớ làm việc ngắn hạn), NAND (lưu trữ dài hạn), MRAM (bộ nhớ thế hệ mới, nhanh và bền). Yêu cầu đóng gói & kiểm thử cho bộ nhớ băng thông cao (HBM) đang thúc đẩy các khoản đầu tư vào đóng gói tiên tiến như dây chuyền SiP của Amkor tại Bắc Ninh.
Wafer đa dự án (Multi-Project Wafer – MPW) / nền tảng thiết kế dùng chung (Design commons)	Dịch vụ chế tạo dùng chung, trong đó nhiều thiết kế được gộp trên một lần chế tạo wafer, giúp giảm chi phí chế tạo mẫu cho cơ sở GDĐH và doanh nghiệp nhỏ. Được khuyến nghị tích hợp vào “nền tảng” thiết kế & chế tạo mẫu vi mạch quốc gia.
OSAT (công ty lắp ráp và kiểm thử bán dẫn thuê ngoài)	Các công ty chuyên thực hiện đóng gói và kiểm thử chip cho khách hàng fabless/foundry (ví dụ, Amkor, JCET, Hana Micron). Nền tảng OSAT sẵn có là bệ phóng giúp Việt Nam mở rộng sang đóng gói tiên tiến.

Thuật ngữ/Từ viết tắt	Ý nghĩa ngắn gọn & Liên quan đến Việt Nam
Dây chuyền thí điểm / Trung tâm công nghệ (Pilot Line / Tech Center)	Dây chuyền sản xuất R&D dùng chung (thường theo hình thức đối tác công-tư) cho phép các nhà nghiên cứu và doanh nghiệp thử nghiệm quy trình mới trên thiết bị tiêu chuẩn ngành – ví dụ, để xuất xây dựng Trung tâm công nghệ đóng gói tiên tiến tại Việt Nam vào năm 2026.
Hệ thống trong một gói (System-in-Package – SiP)	Một cách tiếp cận đóng gói tiên tiến tích hợp nhiều vi mạch và linh kiện thụ động trong một module, giúp tối ưu kích thước và hiệu năng – đây cũng là trọng tâm của nhà máy “thông minh” mới của Amkor ở Việt Nam.
Hệ thống trên chip (System-on-Chip – SoC)	Một chip đơn lẻ tích hợp nhiều chức năng hệ thống – như xử lý, bộ nhớ, kết nối – trên cùng một đế silicon. Độ phức tạp của SoC đòi hỏi kỹ năng thiết kế tiên kỳ tiên tiến. Việt Nam đang bắt đầu xây dựng những kỹ năng này thông qua các quan hệ đối tác và chương trình đào tạo, hướng tới thiết kế bán dẫn có giá trị cao hơn.

PHỤ LỤC 2. CÁC ĐẠI HỌC Ở ĐÔNG Á TRONG TOP 100 CỤM KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ TOÀN CẦU CỦA TỔ CHỨC SỞ HỮU TRÍ TUỆ THẾ GIỚI (WIPO)

Các cụm khoa học và công nghệ (KH&CN) ở Đông Á gần như luôn hình thành quanh một đại học nghiên cứu hàng đầu (hoặc một nhóm đại học tập trung) đóng vai trò hạt nhân trong việc đào tạo và thu hút nhân tài, dẫn dắt nghiên cứu cơ bản, và ươm tạo các doanh nghiệp khởi nguồn từ các kết quả nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ (spin-off).

- Hai cụm KH&CN lớn nhất tại Trung Quốc – Thâm Quyển-Hồng Kông-Quảng Châu và Bắc Kinh – nổi bật bởi sự tập trung của các đại học, bao gồm Đại học Thâm Quyển, các đại học ở Hồng Kông, và Đại học KH&CN Nam Phương (SUSTech) trong khu vực Châu thổ sông Châu Giang, cùng với Đại học Thanh Hoa và Đại học Bắc Kinh tại thủ đô. Vũ Hán và Hàng Châu cũng theo mô hình tương tự: Đại học KH&CN Hoa Trung và Đại học Chiết Giang đều đóng vai trò hạt nhân tại các hành lang quang học-điện tử và AI-bán dẫn địa phương.
- Bốn cụm KH&CN của Hàn Quốc nằm trong top 100 theo xếp hạng của tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới (WIPO) cũng xoay quanh các đại học trọng điểm: Seoul-Incheon tập trung quanh Đại học Quốc gia Seoul và “Thung lũng công nghệ” của Đại học Yonsei và Đại học Hàn Quốc.
- Tân Trúc, cụm duy nhất của Đài Loan (Trung Quốc) nằm trong top 100, hình thành chung quanh Đại học Quốc gia Thanh Hoa và Đại học Quốc lập Dương Minh Giao Thông, với các chương trình đào tạo chung cung cấp trực tiếp nguồn nhân lực cho TSMC và Viện Nghiên cứu Công nghệ Công nghiệp Đài Loan (ITRI).
- Cụm KH&CN tại Singapore có liên kết với Đại học Quốc gia Singapore và Đại học Công nghệ Nanyang, với các công viên nghiên cứu chung (CREATE, Fusionopolis) – nơi đặt trụ sở của **imec**, Applied Materials và các công ty khởi nghiệp trong lĩnh vực thiết kế vi mạch.

Ở tất cả các cụm KH&CN này, đại học thực hiện ba vai trò: (i) tạo ra tri thức tiên phong thông qua các phòng thí nghiệm do Nhà nước và doanh nghiệp tài trợ; (ii) cung cấp liên tục nguồn nhân lực chuyên sâu – đặc biệt là các kỹ sư trình độ thạc sĩ và tiến sĩ cho bộ phận nghiên cứu và phát triển (R&D) của doanh nghiệp; và (iii) đóng vai trò trung gian trung lập, điều hành các công viên công nghệ và vườn ươm khởi nghiệp – nơi các công ty khởi nghiệp và tập đoàn đa quốc gia cùng đặt trụ sở và chia sẻ cơ sở hạ tầng thử nghiệm. Mối liên kết chặt chẽ giữa đại học và doanh nghiệp là nhân tố then chốt giúp khu vực Đông Á sở hữu 36 trong 100 cụm KH&CN hàng đầu thế giới – trong đó 26 ở Trung Quốc, 4 ở Hàn Quốc, 3 ở Nhật Bản, và Đài Loan (Trung Quốc), Singapore và Malaysia mỗi nơi 1 cụm.

Bảng A1. Các cụm KH&CN lớn ở Đông Á và các đại học & viện R&D nòng cốt

Bảng này tập trung vào 5 cụm KH&CN lớn nhất ở Trung Quốc và tất cả cụm nằm trong top 100 của WIPO ở Hàn Quốc, Nhật Bản, Đài Loan (Trung Quốc) và Singapore.

Quốc gia / Cụm (xếp hạng WIPO 2024)	Các đại học nghiên cứu chủ chốt	Các công viên KH&CN / trung tâm liên kết cơ sở GDĐH - doanh nghiệp chủ chốt	Các phòng thí nghiệm quốc gia & viện R&D công lập chủ chốt
Trung Quốc (chỉ 5 cụm hàng đầu trong số 26 cụm)			
1. Thâm Quyển – Hồng Kông – Quảng Châu	SUSTech; Đại học Thâm Quyển; HKU & HKUST; ĐH Công nghệ Hoa Nam.	Công viên Công nghệ Cao Thâm Quyển; Khu hợp tác KH&CN Thâm Quyển–Hồng Kông (Qianhai); Hành lang KH&CN Quảng Châu–Hồng Kông.	Trung tâm Siêu máy tính Quốc gia (Thâm Quyển); Các viện Thâm Quyển của Viện Hàn lâm KH Trung Quốc; Phòng thí nghiệm IC chung Huawei–SUSTech.
2. Bắc Kinh	ĐH Thanh Hoa; ĐH Bắc Kinh; ĐH Beihang (Hàng không & Du hành vũ trụ Bắc Kinh).	Công viên Khoa học Trung Quan Thôn; vườn ươm Tsinghua x-lab; Công viên Sáng tạo Founder (ĐH Bắc Kinh).	Phòng thí nghiệm Quốc gia về TT&CN (Thông tin & Công nghệ); Viện Vi điện tử (Viện Hàn lâm KH Trung Quốc); Học viện Trí tuệ Nhân tạo Bắc Kinh.
3. Thượng Hải – Tô Châu	ĐH Phúc Đán; ĐH Giao Thông Thượng Hải; ĐH Tô Châu.	Công viên Công nghệ cao Zhangjiang; Khu Công nghiệp Tô Châu – Nanopolis.	Cơ sở bức xạ synchrotron Thượng Hải; Trung tâm Đổi mới IC Quốc gia; Viện Vi hệ thống Thượng Hải (Viện Hàn lâm KH Trung Quốc).
4. Nam Kinh	ĐH Nam Kinh; ĐH Đông Nam; ĐH KH&CN Nam Kinh.	Công viên KH&CN Khu mới Giang Bắc thuộc Nam Kinh; Khu công nghiệp công nghệ cao Nam Kinh.	Đài thiên văn Sơn Tử (Purple Mountain); Viện Địa kỹ thuật Nam Kinh (Viện Hàn lâm KH Trung Quốc); Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về Điện tử sinh học.
5. Vũ Hán	ĐH KH&CN Hoa Trung; ĐH Vũ Hán.	“Thung lũng Quang học” Vũ Hán; Cơ sở Đổi mới HUST–Lenovo.	Phòng thí nghiệm Quang điện Quốc gia Vũ Hán (WNLO); Trung tâm Quốc gia Nghiên cứu Kỹ thuật về Quang sợi.
Hàn Quốc			
Seoul–Incheon	ĐH Quốc gia Seoul; ĐH Yonsei; ĐH Hàn Quốc.	Thung lũng Công nghệ Gwanggyo & Pangyo; Viện Nghiên cứu SNU–Samsung Advanced Institute.	Viện KIST (KH&CN Hàn Quốc); Trung tâm Siêu máy tính ĐHQG Seoul.
Daejeon (Daedeok Innopolis)	KAIST; ĐH Quốc gia Chungnam.	Khu tổ hợp Daedeok Innopolis (trên 1.000 phòng thí nghiệm & startup).	Viện Nghiên cứu Điện tử & Viễn thông (ETRI); Viện KISTI, Viện KRISS.
Busan	ĐH Quốc gia Pusan; ĐH Hàng hải & Đại dương Hàn Quốc.	Công viên Công nghệ Busan.	Viện KIOST (KH&CN Đại dương Hàn Quốc).
Ulsan–Pohang	UNIST; POSTECH	Công viên Công nghệ Ulsan; Khu startup POSTECH.	Phòng thí nghiệm gia tốc Pohang (PAL); Trung tâm IBS về Vật liệu Carbon Đa chiều.

Quốc gia / Cụm (xếp hạng WIPO 2024)	Các đại học nghiên cứu chủ chốt	Các công viên KH&CN / trung tâm liên kết cơ sở GDĐH - doanh nghiệp chủ chốt	Các phòng thí nghiệm quốc gia & viện R&D công lập chủ chốt
Nhật Bản			
Tokyo– Yokohama	ĐH Tokyo; ĐH Keio; ĐH Waseda.	Hub startup “Edge-AI” Tokyo; Gateway Đổi mới Kawasaki (Kawasaki Innovation Gateway).	Trung tâm RIKEN về Quang tử tiên tiến; Trụ sở AIST Tsukuba
Osaka–Kyoto	ĐH Osaka; ĐH Kyoto.	Thành phố KH&CN Kansai (Keihanna).	Trung tâm RIKEN về Khoa học tính toán (Kobe); Viện AIST Kansai.
Nagoya	ĐH Nagoya; Viện Công nghệ Toyota.	Công viên KH&CN Aichi; Trung tâm Đổi mới Chubu	Viện Quốc gia về Khoa học Vật liệu – chi nhánh Nagoya.
Đài Loan, Trung Quốc			
Tân Trúc	ĐH Quốc gia Thanh Hoa; ĐH Quốc gia Giao Thông Dương Minh.	Công viên Khoa học Tân Trúc; Trung tâm vi-nano chung NTHU-NYCU..	Viện Nghiên cứu Công nghệ Công nghiệp (ITRI); Viện Nghiên cứu Bán dẫn Đài Loan (TSRI).
Singapore			
Singapore	ĐH Quốc gia Singapore; ĐH Công nghệ Nanyang.	Khuôn viên CREATE; Fusionopolis; Trung tâm Nano-điện tử NUS-imec.	Viện vi điện tử A*STAR; Liên minh Nghiên cứu & Công nghệ MIT– Singapore (SMART).
Malaysia			
Kuala Lumpur	ĐH Malaya; ĐH Putra Malaysia; ĐH Kebangsaan Malaysia.	Công viên Công nghệ Malaysia; Cyberjaya Innovation Hub	SIRIM Berhad; Viện Hệ thống Vi điện tử Malaysia (MIMOS); Viện Hàn lâm Khoa học Malaysia.

Nguồn: Xếp hạng toàn cầu WIPO 2024 về các cụm KH&CN. Thông tin về cơ sở GDĐH, công viên KH&CN và phòng thí nghiệm được tổng hợp từ trang web chính thức của các cụm và cơ quan khoa học quốc gia.
Ghi chú: ĐH là Đại học.

PHỤ LỤC 3. ƯỚC TÍNH VỀ LỰC LƯỢNG LAO ĐỘNG BÁN DẪN HIỆN CÓ CỦA VIỆT NAM

Bảng A2 dưới đây trình bày ước tính của Ngân hàng Thế giới về lực lượng lao động bán dẫn hiện có của Việt Nam, bao gồm cả các doanh nghiệp ATP và thiết kế vi mạch.

Tính đến giữa năm 2025, lực lượng lao động này ước tính vào khoảng 17.000 người, gồm khoảng 7.500–8.000 nhân sự làm việc tại hơn 60 công ty thiết kế vi mạch (Renesas, Synopsys, FPT Semi, Viettel, v.v.), với giả định tỷ lệ kỹ sư trên nhân viên hỗ trợ là 3:1 (FUV 2024); và khoảng 9.000 người trong các nhà máy ATP, dẫn đầu bởi Intel Products Vietnam, dây chuyền đóng gói và kiểm thử bán dẫn thuê ngoài (OSAT) mới của Amkor Technology tại Bắc Ninh và Hana Micron Vina ở Bắc Giang. Số nhân sự này bao gồm kỹ sư, kỹ thuật viên, công nhân vận hành sản xuất, quản lý và nhân sự hỗ trợ.

Trong tương lai, hai động lực chính thúc đẩy ước tính lực lượng lao động bán dẫn của Việt Nam tăng vọt lên khoảng 85.000 người vào năm 2030 gồm: (1) mục tiêu rõ ràng của Chính phủ về đào tạo 50.000 kỹ sư thiết kế; nếu áp dụng tỷ lệ kỹ sư/hỗ trợ hiện tại là 3:1 và tất cả ở Việt Nam, thì nhân lực thiết kế sẽ tăng lên khoảng 65.000; và (2) các kế hoạch mở rộng OSAT đã cam kết – riêng tổ hợp của Amkor dự kiến tăng lên 6.000–7.000 lao động, Hana Micron lên 4.000, cùng với các nhà đầu tư mới như Samsung Electro-Mechanics và CT Semiconductor sẽ bổ sung thêm vài nghìn việc làm – đưa phân khúc ATP tiến tới khoảng 20.000 người. Kết hợp các yếu tố thúc đẩy từ trên xuống (chính sách) và từ dưới lên (mở rộng cụ thể tại nhà máy), lực lượng lao động bán dẫn của Việt Nam dự kiến sẽ tăng gấp 5 lần trong vòng 5 năm.

Bảng A2. Lực lượng lao động bán dẫn hiện có của Việt Nam và mục tiêu mở rộng

Phân khúc/cơ sở	Tỉnh/thành phố	Số nhân sự hiện tại (xấp xỉ)* (giữa 2025)	Mục tiêu mở rộng** (ước tính công bố)	Ghi chú
Các công ty thiết kế vi mạch (khoảng 60 doanh nghiệp) ví dụ, Renesas, Synopsys, Marvell, FPT Semi, Viettel	TP. Hồ Chí Minh (HCMC), Hà Nội và Đà Nẵng	6.000 kỹ sư thiết kế; 2.000 nhân viên hỗ trợ / QA / hành chính (giả định tỷ lệ kỹ sư/hỗ trợ = 3:1)	65.000 tổng cộng vào 2030 (50.000 kỹ sư thiết kế và số nhân viên hỗ trợ tỷ lệ tương ứng)	Mục tiêu Chính phủ là 50.000 kỹ sư; tổng cộng ước tính suy ra theo cùng cơ cấu nhân sự hỗ trợ.
Intel Vietnam	HCMC (Khu CNC Sài Gòn)	6.000 nhân viên	Không áp dụng – cơ sở đã vận hành đầy công suất; nhân lực tương lai dự kiến duy trì quanh mức này nếu không có fab mới	Cơ sở ATP lớn nhất toàn cầu của Intel.
Amkor Technology Vietnam	Bắc Ninh (Yên Phong)	1.200 nhân viên	5.700 – 7.200 việc làm khi giai đoạn 1 đạt công suất đầy đủ vào 2026	Hồ sơ đánh giá tác động môi trường cho thấy công suất tăng gấp ba và nhân lực tăng 5–6 lần.
Hana Micron Vina	Bắc Giang (Vân Trung)	1.600 nhân viên	4.000 việc làm vào 2025	Giai đoạn 2 sẽ nâng số lao động khâu cuối lên hơn gấp đôi hiện tại.

Phân khúc/cơ sở	Tỉnh/thành phố	Số nhân sự hiện tại (xấp xỉ)* (giữa 2025)	Mục tiêu mở rộng** (ước tính công bố)	Ghi chú
Các dây chuyền OSAT sắp triển khai: Samsung Electro-Mechanics (FC-BGA), CT Semiconductor, VDL...	Thái Nguyên, Bình Dương (đang xây dựng)	N/A, ước < 200 (đội lắp đặt thiết bị & vận hành thử)	Vài nghìn khi bắt đầu sản xuất hàng loạt (2027-2028)	Chưa công bố số liệu nhân lực; hồ sơ cấp tỉnh cho biết quy mô “vài nghìn” công nhân và kỹ sư khi hoạt động toàn phần.
Tổng cộng (thiết kế và ATP)		Khoảng 14.000-17.000 người	85.000 vào năm 2030	Tổng hiện tại là tổng của các hàng trên; con số 2030 tổng hợp kế hoạch mở rộng đã công bố của công ty cộng với mục tiêu quốc gia.

Ghi chú: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp dựa trên nhiều nguồn thông tin và công bố.

* Số nhân sự tính bao gồm tất cả nhân viên trong biên chế – công nhân vận hành, kỹ thuật viên, kỹ sư, quản lý, nhân sự chất lượng, nhân sự nhân sự (HR), tài chính, an toàn sức khỏe môi trường (EHS), vv..

** Mục tiêu mở rộng phản ánh cam kết công khai mới nhất (báo cáo ĐTM, tuyên bố công ty hoặc mục tiêu của Chính phủ). Số liệu làm tròn đến hàng trăm gần nhất vì việc tuyển dụng tăng giảm theo từng tháng.

PHỤ LỤC 4. NHỮNG KHOẢNG CÁCH VỀ NHÂN TÀI CỦA VIỆT NAM: KHUNG PHÂN TÍCH VÀ XÂY DỰNG KỊCH BẢN

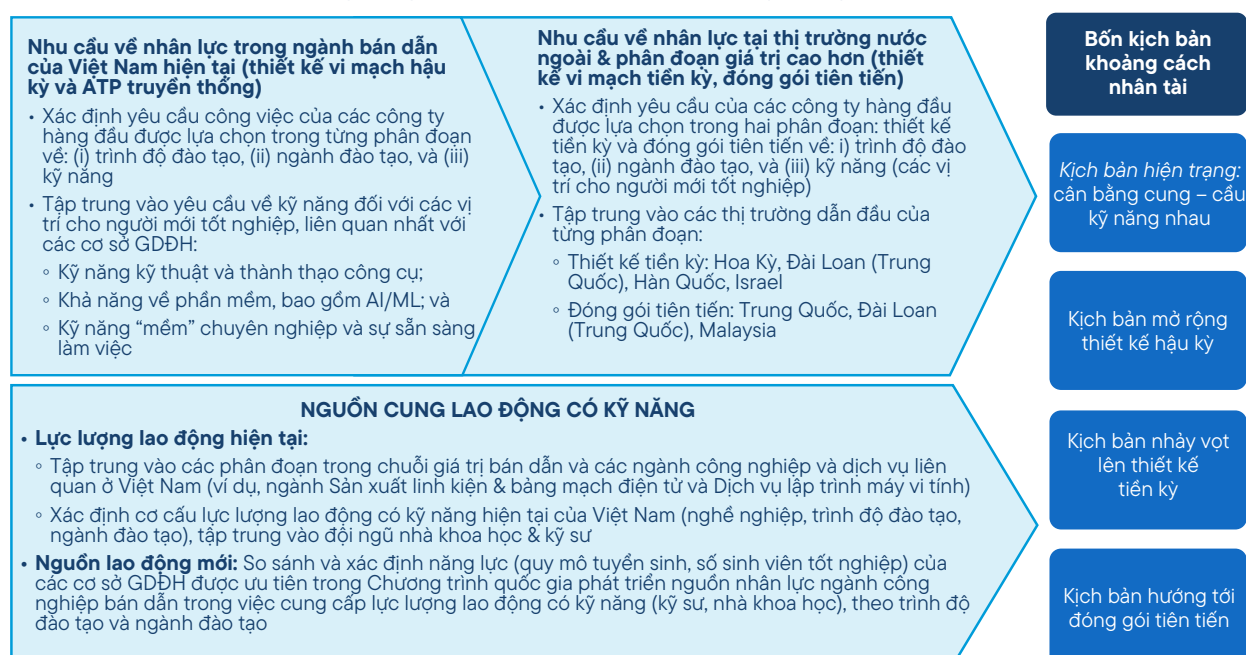
Khung phân tích bốn mô hình khoảng cách nhân tài điển hình

Khung phân tích khoảng trống nhân tài trong ngành bán dẫn của Việt Nam được xây dựng bằng cách đối sánh hai thành phần chính: nhu cầu về kỹ năng và nguồn cung nhân tài theo bốn kịch bản – gồm trạng thái hiện tại (hiện trạng) và ba kịch bản định hướng tương lai. Phân tích tập trung vào hai phân khúc mà Việt Nam hiện có chỗ đứng vững chắc và/hoặc có cơ hội nâng cấp trong chuỗi giá trị toàn cầu: thiết kế vi mạch và ATP/AP. Hình A1 trình bày chi tiết khung phân tích này.

Về phía nhu cầu, phân tích xem xét yêu cầu công việc từ các công ty bán dẫn hàng đầu trong mỗi phân khúc, tập trung vào trình độ học vấn đào tạo, chuyên ngành đào tạo, và kỹ năng. Các yêu cầu kỹ năng được phân loại thành kỹ năng kỹ thuật, khả năng phần mềm như AI/học máy (ML), và kỹ năng “mềm” chuyên nghiệp. Việc đi sâu vào các kỹ năng cụ thể cần được tập trung chủ yếu vào các vị trí đầu vào, bao gồm thực tập và các vị trí yêu cầu dưới hai năm kinh nghiệm, vốn phù hợp nhất với sinh viên tốt nghiệp đại học. Danh sách các công ty bán dẫn được sử dụng cho phân tích được trình bày ở Bảng A3 và Hình A2.

Về phía nguồn cung, chúng tôi sử dụng dữ liệu từ khảo sát lực lượng lao động quốc gia và số liệu công bố của các trường đại học về tuyển sinh hằng năm theo trình độ và chuyên ngành đào tạo để phân tích lực lượng lao động hiện tại và dòng sinh viên tốt nghiệp mới. Đối với lực lượng hiện tại, chúng tôi tập trung vào lực lượng lao động trong các ngành dịch vụ và công nghiệp rộng hơn có bao gồm các doanh nghiệp bán dẫn tại Việt Nam. Cụ thể, các doanh nghiệp ATP nằm trong ngành “Sản xuất linh kiện điện tử & bảng mạch” – bao gồm sản xuất chất bán dẫn và linh kiện cho các ứng dụng điện tử. Các doanh nghiệp thiết kế vi mạch nằm trong lĩnh vực “Dịch vụ lập trình máy tính”, bao gồm viết, chỉnh sửa, kiểm thử và hỗ trợ phần mềm. Danh sách các doanh nghiệp bán dẫn hoạt động tại Việt Nam thuộc ngành Sản xuất linh kiện & bảng mạch và Dịch vụ lập trình máy tính được đưa ra ở Bảng A4.

Hình A1. Khung tổng thể để phân tích bốn khoảng trống nhân tài điển hình

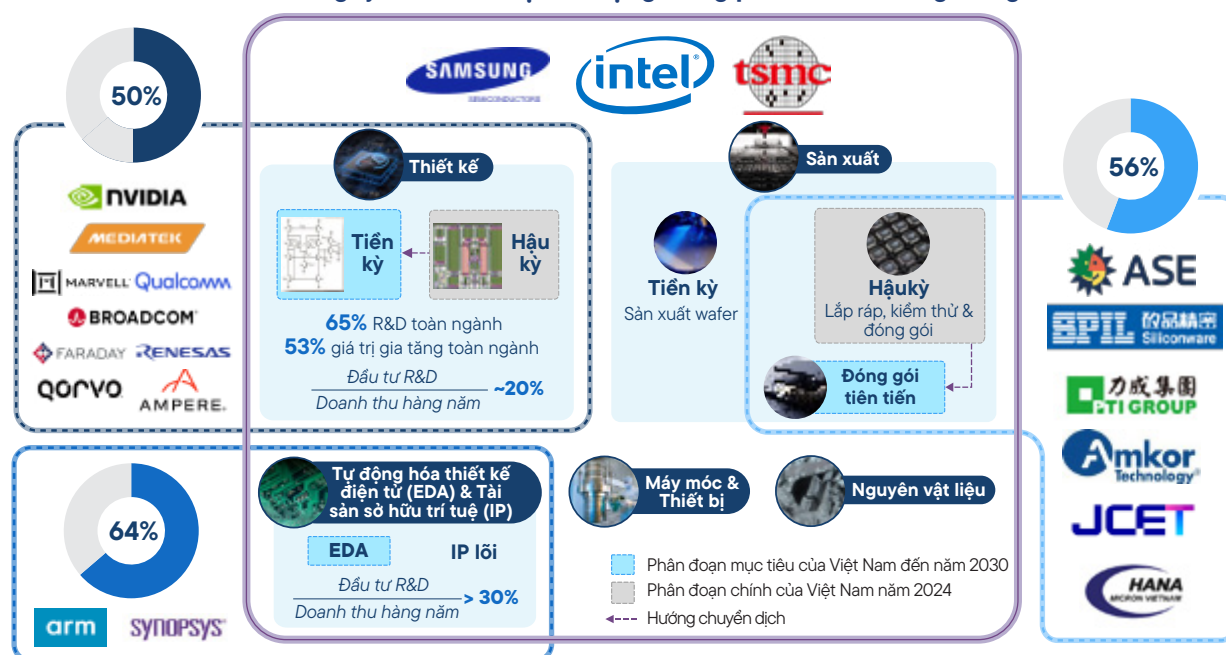


Những khoảng cách nêu trên được xác định trong phân tích ở cấp thị trường của chúng tôi cũng được chứng thực bởi các phát hiện từ đánh giá ngành do Nguyen, Tran và Bergman (2025) thực hiện, bao gồm các phòng vấn chuyên sâu với các doanh nghiệp bán dẫn hàng đầu Việt Nam và hiểu biết về ngành. Sự tương đồng này nhấn mạnh tính nhất quán và độ tin cậy của những hiểu biết thu được.

Bảng A3. Danh sách các công ty bán dẫn được sử dụng trong phân tích khoảng trống nhân tài

Công ty	Quốc gia đặt trụ sở chính	Thị phần của phân đoạn tương ứng	Công ty	Quốc gia đặt trụ sở chính	Thị phần của phân đoạn tương ứng
Thiết kế			Công ty sản xuất bán dẫn tích hợp (IDM)		
NVIDIA	Hoa Kỳ	30%	Samsung	Hàn Quốc	
Marvell	Hoa Kỳ	1%	Intel	Hoa Kỳ	
MediaTek	Đài Loan, Trung Quốc	4%	Sản xuất tiên kỳ		
Qualcomm	Hoa Kỳ	9%	TSMC	Đài Loan, Trung Quốc	
Broadcom	Hoa Kỳ	6%	ATP		
Renesas	Nhật Bản	2%	Amkor Technology	Hoa Kỳ	16%
Ampere Computing	Hoa Kỳ	1%	ASE Holdings (incl. Siliconware Precision Industries Co., Ltd. & ASE)	Đài Loan, Trung Quốc	24%
Faraday Technology	Đài Loan, Trung Quốc	<1%	JCET	Trung Quốc	10%
Qorvo, Inc.	Hoa Kỳ	<1%	Powertech Technology Inc. (PTI)	Đài Loan, Trung Quốc	6%
IP & EDA			Hana Micron Vina	Hàn Quốc	
ARM (Softbank)	Anh Quốc	42%			
Synopsys	Hoa Kỳ	22%			

Hình A2. Các công ty bán dẫn được sử dụng trong phân tích khoảng trống nhân tài



Nguồn cho Hình A2 and Bảng A1: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên các báo cáo thị trường của Data Insights Market, Custom Market Insights, IPnest, SNS Insider và báo cáo thường niên, công bố của các công ty.

Ghi chú: (*) Tổng thị phần của mỗi phân khúc không bao gồm Samsung, Intel và TSMC, do các công ty này không công bố doanh thu phân theo phân khúc chuỗi giá trị. Chúng tôi cũng loại trừ thị phần của Renesas Electronics, Ampere Computing, Faraday Technology, Qorvo, Inc. và Hana Micron Vina khỏi tính toán này, vì chúng tôi chỉ thu thập yêu cầu tuyển dụng của họ tại Việt Nam.

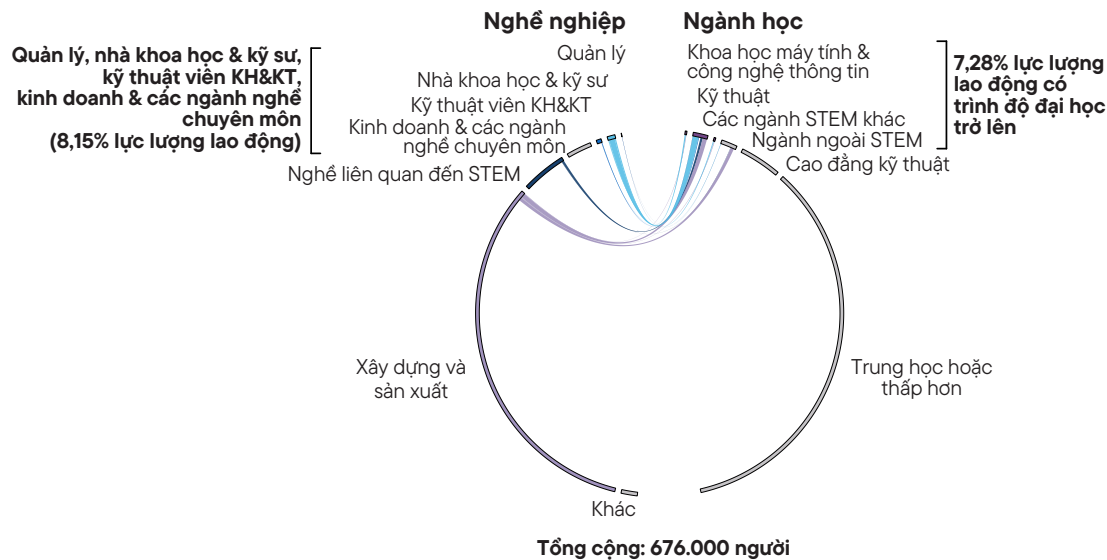
Bảng A4. Dịch vụ và ngành công nghiệp liên quan đến ngành công nghiệp bán dẫn và các công ty bán dẫn hàng đầu tại Việt Nam

Ngành	Các công ty bán dẫn hàng đầu tại Việt Nam
Dịch vụ lập trình máy vi tính (2610))	Toshiba Software Development Vietnam; Renesas Design Vietnam; Savarti; Uniquify Viet Nam; Faraday Technology Vietnam; CoAsia SEMI Vietnam; Synopsys Vietnam; Qorvo Vietnam; Dolphin Technology Vietnam Center; Sanei Hytechs Vietnam; BOS Semiconductors; Synapse Design Vietnam
Sản xuất linh kiện & bảng mạch điện tử (6201)	Amkor Technology Vietnam; Intel Products Vietnam; On Semiconductor Vietnam; Hana Micron Vietnam

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tổng hợp.

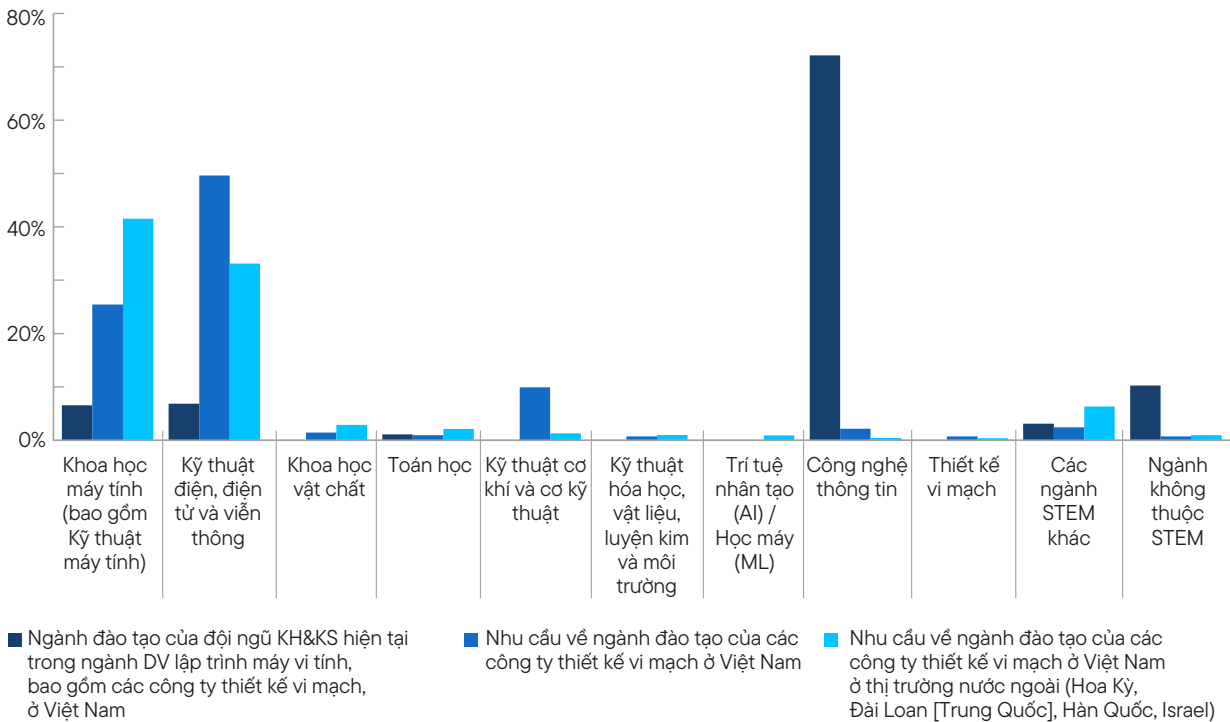
PHỤ LỤC 5. NHU CẦU VỀ KỸ NĂNG TẠI VIỆT NAM VÀ CÁC THỊ TRƯỜNG NƯỚC NGOÀI: CÁC BẢNG SỐ LIỆU BỔ SUNG

Hình A3. Nghề nghiệp và ngành đào tạo của lực lượng lao động hiện tại trong ngành Sản xuất linh kiện và bảng mạch điện tử (bao gồm các công ty ATP)



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LDVL 2023.
Ghi chú: Mẫu phân tích bao gồm lao động nữ từ 20-55 tuổi và lao động nam từ 20-60 tuổi. Các ngành nghề liên quan đến STEM bao gồm các ngành nghề y tế; kiến trúc sư, nhà quy hoạch, khảo sát viên và nhà thiết kế; và các ngành nghề đòi hỏi chuyên môn STEM cao nhưng không phải bằng cử nhân để đầu vào. KH&KT và khoa học và kỹ thuật.

Hình A4. Ngành đào tạo của kỹ sư, nhà khoa học hiện có so với nhu cầu của các công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam và thị trường nước ngoài



Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới tính toán dựa trên điều tra LDVL 2023.
Ghi chú: Mẫu phân tích bao gồm lao động nữ 20-55 tuổi và lao động nam 20-60 tuổi. Các ngành nghề liên quan đến STEM bao gồm các ngành nghề y tế; kiến trúc sư, nhà quy hoạch, khảo sát viên và nhà thiết kế; và các ngành nghề đòi hỏi chuyên môn STEM cao nhưng đầu vào không yêu cầu bằng cử nhân. KH&KT là khoa học và kỹ thuật.

Bảng A5. Nhu cầu của các công ty thiết kế vi mạch về kỹ năng cụ thể của người lao động có trên 2 năm kinh nghiệm

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Yêu cầu của các công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam (chủ yếu là thiết kế hậu kỳ)	Yêu cầu của các công ty thiết kế vi mạch ở thị trường nước ngoài (chủ yếu là thiết kế tiền kỳ)
Kỹ năng kỹ thuật	Thiết kế kỹ thuật số	Kỹ năng logic kỹ thuật số cơ bản, mã hóa RTL, thiết kế FPGA, làm quen cơ bản với Verilog, VHDL	Thiết kế ASIC / RTL tiên tiến, mạch kỹ thuật số phức tạp, tối ưu hóa RTL sâu, SystemVerilog, tổng hợp, đóng gói thời gian, thiết kế đa luồng
	Thiết kế tín hiệu tương tự & hỗn hợp	Thiết kế tương tự cấp bóng bán dẫn cơ bản, mạch PLL cơ bản, hiểu biết về mạch tín hiệu hỗn hợp cơ bản	Thiết kế tương tự mở rộng, tích hợp tín hiệu hỗn hợp toàn diện, thiết kế PHY tiên tiến, thiết kế CMOS tiên tiến (nút sub-micron sâu), tính toán vận của tín hiệu
	Kiến trúc hệ thống	Hiểu biết cơ bản về bộ xử lý và kiến trúc bộ nhớ, hạn chế tiếp xúc với tích hợp cấp hệ thống	Nhấn mạnh vào kiến trúc cấp hệ thống tiên tiến
	Chế tạo & Quy trình	Kiến thức cơ bản về quy trình chế tạo chất bán dẫn	Hiểu biết sâu sắc về các quy trình tiên tiến, phân tích độ tin cậy, bao bì tiên tiến, độ tin cậy chế tạo
	Xác minh & Kiểm tra	Mô phỏng cấp bóng bán dẫn cơ bản, xác minh cấp mạch cơ bản	Phương pháp xác minh nâng cao
Kỹ năng công cụ	Công cụ EDA / CAD	Làm quen cơ bản với Cadence, công cụ Synopsys, trình mô phỏng mạch cơ bản (HSpice, ModelSim, Spectre)	Trình độ nâng cao (Synopsys Fusion Compiler, Cadence Innovus/Genus/Virtuoso, Calibre, PrimeTime, Voltus, mô phỏng FPGA, công cụ gỡ lỗi, thời gian tĩnh, phân tích EM/IR-drop)
	Kịch bản & Tự động hóa	Kỹ năng viết kịch bản cơ bản (Python, TCL, Perl), cách sử dụng Linux cơ bản	Lập trình / kịch bản nâng cao (Python, Perl, TCL, Unix Shell, Makefile), trình độ Linux mở rộng, tự động hóa luồng CI / CD, tự động hóa luồng thiết kế
	Công cụ bảng mạch in (PCB)	Kỹ năng thiết kế PCB hạn chế; Kiến thức cơ bản về công cụ nhập bố cục	Kỹ năng thiết kế PCB nâng cao, thiết kế PCB tốc độ cao, tính toán vận của tín hiệu, tính toán vận của nguồn điện, tuân thủ EMC, xác minh bố cục chi tiết
Kỹ năng AI/ML	Xử lý dữ liệu & tự động hóa	Kỹ năng viết kịch bản Python cơ bản để xử lý dữ liệu chung	Các mô hình học sâu nâng cao, AI tổng quát, hồ sơ và tối ưu hóa hiệu suất AI
	Ứng dụng AI	N/A	Các ứng dụng mở rộng (thị giác máy tính, xử lý hình ảnh, thuật toán quyết định thời gian thực, triển khai mô hình AI, tối ưu hóa cho bộ tăng tốc phần cứng)
	Khung & Công cụ AI	N/A	Thành thạo các khung AI (TensorFlow, PyTorch, ONNX, MLIR, TVM)

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Yêu cầu của các công ty thiết kế vi mạch tại Việt Nam (chủ yếu là thiết kế hậu kỳ)	Yêu cầu của các công ty thiết kế vi mạch ở thị trường nước ngoài (chủ yếu là thiết kế tiền kỳ)
Ngôn ngữ & Kỹ năng mềm	Trình độ ngôn ngữ	Trình độ tiếng Anh vừa phải; chủ yếu là đọc và viết, kỹ năng giao tiếp kỹ thuật cơ bản	Trình độ tiếng Anh nâng cao (tài liệu kỹ thuật, thuyết trình kỹ thuật, giao tiếp bằng lời nói và văn bản trôi chảy)
	Làm việc theo nhóm và hợp tác	Làm việc nhóm tốt, kỹ năng giao tiếp giữa các cá nhân, năng động bản thân, khả năng cộng tác hiệu quả	Làm việc nhóm và hợp tác nâng cao (nhóm đa chức năng, quốc tế), nhấn mạnh vào sự phối hợp và giao tiếp hiệu quả
	Linh hoạt trong công việc, tư duy, lãnh đạo	Khả năng thích ứng chung, phương pháp học tập chủ động, kỹ năng phân tích cơ bản	Khả năng thích ứng và độc lập cao, chủ động học hỏi và chủ động, tư duy phân tích mạnh mẽ, giải quyết vấn đề nâng cao, kỹ năng quản lý dự án xuất sắc, khả năng lãnh đạo mạnh mẽ, tư duy chiến lược, kỹ năng ưu tiên

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới phân tích dựa trên yêu cầu công việc từ các công ty thiết kế vi mạch (Synopsys Inc., Marvell Technology, Nvidia Corporation, MediaTek Inc., Renesas Electronics, Broadcom Inc., Qualcomm Inc., Ampere Computing, Faraday Technology và Qorvo, Inc.); Các công ty sở hữu trí tuệ (Arm Holdings plc) và các yêu cầu công việc thiết kế vi mạch từ Intel, Samsung Semiconductor và TSMC, được truy cập vào tháng 3-4 năm 2025. Dữ liệu cho Renesas Electronics, Ampere Computing, Faraday Technology và Qorvo, Inc. chỉ bao gồm các bài đăng tại Việt Nam.

Bảng A6. Nhu cầu của ATP/các công ty đóng gói tiên tiến về kỹ năng cụ thể của người lao động có trên 2 năm kinh nghiệm

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Yêu cầu của các công ty ATP tại Việt Nam	Yêu cầu của các công ty ATP/AP ở thị trường nước ngoài (Malaysia, Trung Quốc, Đài Loan)
Kỹ năng kỹ thuật	Điện tử / Điện	Dây chuyền SMT, bảo trì điện tử cơ bản, lắp ráp PCB, kinh nghiệm EMS	Bao bì IC tiên tiến (chip lật, TSV, Liên kết lại, RDL) - Các quy trình dành riêng cho chất bán dẫn (liên kết khuôn, liên kết dây, in thạch bản, mạ điện, bao bì cấp wafer)
	Quản lý chất lượng	Tiêu chuẩn QC cơ bản, quen thuộc với ISO/IATF16949	Tiêu chuẩn nâng cao (ISO9000, TS16949, JEDEC, VDA6.3, chất lượng ô tô) - Công cụ thống kê (SPC, DOE, Six Sigma Black Belt, FMEA, 8D)
	Hệ thống môi trường và an toàn	Kiến thức cơ bản về HVAC, xử lý nước thải, an toàn hóa chất	Hệ thống kiểm soát môi trường chi tiết (nước siêu tinh khiết, kiểm soát ô nhiễm không khí, tuân thủ Đạo luật An toàn & Sức khỏe Nghề nghiệp)
	Kỹ thuật cơ khí	Vận hành và bảo trì thiết bị chung, kỹ năng cơ khí cơ bản	Kỹ năng cơ khí nâng cao, quản lý cơ sở vật chất phòng sạch, kiến thức chi tiết về đường ống, thiết kế ống dẫn, HVAC và các dự án cơ điện
	Cơ sở hạ tầng CNTT	Kiến thức chung về Linux/Unix, Windows Server	Kỹ năng CNTT nâng cao: Lưu trữ NAS/SAN, phân cụm Hyper-V, bảo mật/tường lửa, tuân thủ hệ thống (ISO27001/22301), chứng chỉ nâng cao (CCNA/CCNP)
	Kỹ thuật thiết kế	CAD cơ bản (AutoCAD 2D/3D), kiến thức về quy trình lắp ráp tổng hợp	-Thiết kế gói IC tiên tiến (FCBGA, fcCSP) - Thành thạo phần mềm thiết kế (Cadence, Mentor Expedition) - Công cụ mô phỏng (Ansys, COMSOL)
AI, ML	AI, ML	N/A	Phân tích dữ liệu, ML, học sâu, thị giác máy tính (TensorFlow, OpenCV, Cognex, Halcon, Keras)

Nhóm kỹ năng	Kỹ năng	Yêu cầu của các công ty ATP tại Việt Nam	Yêu cầu của các công ty ATP/AP ở thị trường nước ngoài (Malaysia, Trung Quốc, Đài Loan)
Kỹ năng công cụ	Văn phòng MS	Văn phòng MS	Văn phòng MS
	Công cụ CAD	Thành thạo cơ bản về AutoCAD (2D, 3D)	Yêu cầu trình độ nâng cao (Cadence, Mentor Expedition, sử dụng AutoCAD nâng cao để thiết kế bao bì)
	Công cụ lập trình & tự động hóa	Lập trình cơ bản (Excel Macro, Python, C# cơ bản, .NET)	Yêu cầu trình độ nâng cao (Python, C#, Java, SQL scripting, T-SQL, P/L SQL, PowerShell scripting)
	Công cụ đo lường & kiểm tra	Thiết bị phòng thí nghiệm cơ bản (máy hiện sóng, máy phân tích phổ, máy phân tích mạng) – Thiết bị kiểm tra tự động (cơ bản)	Hệ thống ATE tiên tiến (Advantest, Teradyne) Thiết bị đo lường chuyên dụng (X-quang, SEM, FIB)
	Hệ thống điều khiển	Hiểu biết cơ bản về SCADA, hoạt động của Phòng điều khiển trung tâm	Kiến thức hệ thống điều khiển nâng cao
Ngôn ngữ và kỹ năng mềm	Ngôn ngữ	Yêu cầu trình độ tiếng Anh	Trình độ tiếng Anh tốt, chuẩn hóa
	Kỹ năng mềm	Kỹ năng giao tiếp, làm việc nhóm hiệu quả, kỹ năng quản lý cơ bản	Kỹ năng mềm nâng cao: làm việc nhóm, giao tiếp toàn cầu, phối hợp, lãnh đạo, quản lý đa văn hóa, kỹ năng phân tích / giải quyết vấn đề mạnh mẽ
	Tính linh hoạt và tính di động của ca làm việc	Tính linh hoạt cơ bản, cơ hội đào tạo quốc tế không thường xuyên	Tính linh hoạt cao, đi du lịch quốc tế thường xuyên, sẵn sàng di dời hoặc làm nhiệm vụ quốc tế rộng rãi

Nguồn: Nhóm chuyên gia Ngân hàng Thế giới phân tích dựa trên yêu cầu công việc của ATP/các công ty bao bì tiên tiến (Amkor Technology, Siliconware Precision Industries, Advanced Semiconductor Engineering, Powertech Technology Inc., JCET Group và Hana Micron Vina) và yêu cầu công việc ATP/bao bì tiên tiến từ TSMC và Intel, được truy cập vào tháng 3-4 năm 2025.

PHỤ LỤC 6. TÓM TẮT BỐI CẢNH CHÍNH SÁCH CỦA VIỆT NAM NĂM 2025

Phụ lục 6.1. Chiến lược “Phát triển ngành công nghiệp bán dẫn đến năm 2030, tầm nhìn năm 2050” của Việt Nam

Tháng 9/2024, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt “Chiến lược phát triển ngành công nghiệp bán dẫn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” (gọi tắt là Chiến lược) và Chương trình “Phát triển nguồn nhân lực cho ngành công nghiệp bán dẫn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” (gọi tắt là Chương trình). Các sáng kiến này nhằm định vị Việt Nam như một nhân tố chủ chốt trong chuỗi giá trị bán dẫn toàn cầu.

Công thức phát triển được nhấn mạnh trong Chiến lược là **C = SET + 1**, trong đó:

C: Chip (Chip bán dẫn),

S: Specialized (Chuyên dụng, Chip chuyên dụng),

E: Electronics (Điện tử, Công nghiệp điện tử),

T: Talent (nhân tài, lực lượng lao động), và

+ 1: Việt Nam (Việt Nam sẽ phát triển trở thành điểm đến mới và an toàn của chuỗi giá trị bán dẫn toàn cầu).

Vị trí của phát triển nguồn nhân lực trong Chiến lược: Nguồn nhân lực là trụ cột cốt lõi của Chiến lược và được xác định là nền tảng để hình thành ngành công nghiệp bán dẫn ở Việt Nam. Phát triển Việt Nam thành trung tâm nhân lực bán dẫn toàn cầu cho tất cả các công đoạn của chuỗi giá trị bán dẫn là bước đi đầu tiên trong Chiến lược. Nguồn nhân lực chất lượng cao sẽ tạo lợi thế cạnh tranh để Việt Nam thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI).

Chiến lược được chia làm ba giai đoạn: giai đoạn I từ 2024-2030, giai đoạn II từ 2030-2040, và giai đoạn III từ 2040-2050. Mục tiêu của mỗi giai đoạn được trình bày dưới đây.

Chiến lược cũng bao gồm năm nhóm dự án, đề án và nhiệm vụ trọng tâm:

- **Phát triển chip chuyên dụng:** Nghiên cứu và phát triển các công nghệ lõi cho chip chuyên dụng, đặc biệt trong AI và IoT; xây dựng hệ sinh thái bán dẫn trong nước kết nối với các hệ sinh thái ở các nước đối tác chiến lược.
- **Phát triển ngành công nghiệp điện tử:** Hỗ trợ phát triển thể hệ sản phẩm điện tử tích hợp chip chuyên dụng; ưu tiên sản phẩm nội địa; và thúc đẩy các doanh nghiệp điện tử lớn trong nước trở thành tập đoàn đa quốc gia.
- **Phát triển nguồn nhân lực và thu hút nhân tài:** Áp dụng và triển khai chương trình phát triển nguồn nhân lực (tập trung vào đào tạo lại, nâng cao kỹ năng và các chương trình chuyển giao); đầu tư vào cả cơ sở hạ tầng và hoạt động đào tạo, nghiên cứu của các cơ sở đào tạo, viện nghiên cứu; xây dựng cơ chế, chính sách thu hút nhân tài; và thúc đẩy hợp tác trong nước về đào tạo và cung cấp nguồn nhân lực chất lượng cao.
- **Thu hút đầu tư:** Xây dựng chính sách thu hút các doanh nghiệp FDI công nghệ cao và cơ chế một cửa cho các dự án đầu tư trong ngành bán dẫn và điện tử; xây dựng quỹ hỗ trợ đầu tư; xây dựng chính sách ưu tiên cho các công ty nước ngoài thực hiện R&D tại Việt Nam, sử dụng ngành công nghiệp hỗ trợ trong nước, hoặc hình thành liên doanh; đầu tư vào cơ sở hạ tầng hỗ trợ phát triển các nhà máy chế tạo bán dẫn.
- **An toàn cho môi trường và hợp tác quốc tế:** Thúc đẩy sản xuất xanh và xử lý chất thải an toàn; và mở rộng hợp tác quốc tế.

Bảng A7. Ba giai đoạn phát triển ngành công nghiệp bán dẫn và điện tử của Việt Nam

	Giai đoạn I (2024-2030)	Giai đoạn II (2030-2040)	Giai đoạn III (2040-2050)
Mục tiêu tổng quát	Thu hút FDI có chọn lọc.	- Trở thành trung tâm nhân lực bán dẫn toàn cầu. - Nâng cao năng lực nền tảng ở mọi công đoạn (từ nghiên cứu, thiết kế, chế tạo đến ATP).	- Trở thành trung tâm bán dẫn và điện tử toàn cầu. - Liên kết chặt chẽ giữa FDI và doanh nghiệp trong nước. - Trở thành quốc gia dẫn đầu về ngành bán dẫn và điện tử.
Nguồn nhân lực	- Hơn 50.000 kỹ sư và chuyên gia có trình độ đại học trở lên.⁵³ 1.300 giảng viên nguồn về bán dẫn tại các viện nghiên cứu, cơ sở GDDH.	- Hơn 100.000 kỹ sư và chuyên gia có trình độ đại học trở lên. - Cơ cấu và quy mô nhân lực đáp ứng nhu cầu phát triển.	Cơ cấu và quy mô nhân lực đáp ứng nhu cầu phát triển của ngành.
Phòng thí nghiệm đào tạo & R&D⁵⁴	04 phòng thí nghiệm bán dẫn dùng chung cấp quốc gia. 18 phòng thí nghiệm bán dẫn cấp cơ sở.		
Doanh nghiệp và nhà máy	100 doanh nghiệp thiết kế. 01 nhà máy chế tạo chip bán dẫn quy mô nhỏ. 10 nhà máy ATP. - Phát triển một số sản phẩm bán dẫn chuyên dụng.	200 doanh nghiệp thiết kế. 02 nhà máy chế tạo chip bán dẫn. 15 nhà máy ATP. - Làm chủ công nghệ trong các phân đoạn thiết kế và sản xuất.	300 doanh nghiệp thiết kế. 03 nhà máy chế tạo chip bán dẫn. 20 nhà máy ATP. - Làm chủ R&D.
Ngành công nghiệp bán dẫn	- Doanh thu: trên 25 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 10-15%.	- Doanh thu: trên 50 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 15-20%.	- Doanh thu: trên 100 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 20-25%.
Ngành công nghiệp điện tử	- Doanh thu: trên 225 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 10-15%.	- Doanh thu: trên 485 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 15-20%.	- Doanh thu: trên 1.045 tỷ USD. - Giá trị gia tăng nội địa: 20-25%.
Hệ sinh thái ngành bán dẫn			Hoàn thiện hệ sinh thái ngành công nghiệp bán dẫn Việt Nam tự chủ, có năng lực gia dẫn đầu một số công đoạn, phân khúc cụ thể của chuỗi giá trị.

⁵³ Mục tiêu này được làm rõ thêm trong Chương trình phát triển nguồn nhân lực như sau: (i) theo trình độ đào tạo – 42.000 kỹ sư và cử nhân đại học, 7.500 thạc sĩ, và 500 tiến sĩ; (ii) theo phân đoạn chuỗi giá trị – 15.000 trong phân đoạn thiết kế và 35.000 trong phân đoạn ATP, và ít nhất 5.000 chuyên gia về AI.

⁵⁴ Các mục tiêu này được đề ra trong Chương trình phát triển nguồn nhân lực. 04 phòng thí nghiệm dùng chung cấp quốc gia dự kiến sẽ được đặt tại Trung tâm Đổi mới sáng tạo Quốc gia (NIC), Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM), Đại học Quốc gia Hà Nội (ĐHQG-HN) và thành phố Đà Nẵng. Phòng thí nghiệm tại NIC (phối hợp cùng Đại học Bách Khoa Hà Nội) tập trung cho các công đoạn thiết kế và ATP; triển khai các hoạt động đào tạo và ương tạo, khởi nghiệp, và ứng dụng AI. Phòng thí nghiệm tại ĐHQG-HN tập trung cho công đoạn sản xuất. Phòng thí nghiệm tại ĐHQG-HCM phục vụ tất cả các công đoạn từ thiết kế, sản xuất đến ATP. Phòng thí nghiệm tại Đà Nẵng tập trung vào công đoạn thiết kế và kiểm thử.

Phụ lục 6.2. Một số chính sách khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo được lựa chọn

Việt Nam gần đây đã phê duyệt một loạt công cụ chính sách đặt nền móng cho chuyển đổi mang tính đột phá trong lĩnh vực khoa học-công nghệ-đổi mới sáng tạo và giáo dục đại học. Các cột mốc này thiết lập tầm nhìn cấp cao, ban hành các quy định pháp lý thúc đẩy cải cách, và đưa ra các cơ chế tài trợ mới:

- **Nghị quyết 57-NQ/TW của Bộ Chính trị (22/12/2024):** Nghị quyết của Bộ Chính trị này đề ra tầm nhìn táo bạo về khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và kinh tế số đến 2030 và 2045. Nghị quyết kêu gọi phát triển “đột phá” khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia, coi đây là “điều kiện tiên quyết và cơ hội tốt nhất” để Việt Nam trở thành quốc gia có thu nhập cao. Nghị quyết 57-NQ/TW đặt ra các mục tiêu cụ thể – ví dụ, đến năm 2030, Việt Nam thuộc nhóm 3 nước dẫn đầu Đông Nam Á về năng lực số và đổi mới sáng tạo, và kinh tế số đóng góp ít nhất 30% GDP. Đến 2045, kinh tế số đạt tối thiểu 50% GDP. Nghị quyết cũng yêu cầu tăng cường nguồn nhân lực trong các lĩnh vực công nghệ trọng điểm (ví dụ, bán dẫn, AI, dữ liệu lớn, IoT, v.v.) và nâng mức kinh phí chi cho R&D lên 2% GDP. Nghị quyết cấp cao này đưa ra định hướng chiến lược và thể hiện sự ủng hộ chính trị cho các luật và chương trình tiếp theo.
- **Nghị quyết 193/2025/QH15 của Quốc hội khóa XV (19/02/2025):** Nghị quyết này cho phép thí điểm các cơ chế, chính sách đặc thù nhằm tạo đột phá phát triển về khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia. Nghị quyết 193/2025/QH15 được ban hành nhằm thể chế hóa các định hướng của Nghị quyết 57-NQ/TW. Nghị quyết thừa nhận những “điểm nghẽn” kéo dài trong hệ thống đổi mới sáng tạo của Việt Nam và cho phép thí điểm các chính sách trong giai đoạn 2025–2030 để tháo gỡ những điểm nghẽn này. Những nội dung chính của Nghị quyết 193 bao gồm: (a) trao quyền tự chủ lớn hơn và cơ chế khuyến khích cho các viện nghiên cứu và cơ sở GDĐH công lập, đặc biệt nhằm thương mại hóa nghiên cứu; (b) các mô hình tài trợ mới cho R&D (ví dụ, cấp kinh phí theo hình thức khoán chi, ưu đãi thuế cho đổi mới sáng tạo); (c) tinh giản thủ tục trong các lĩnh vực như mua sắm và thu hút nhân tài cho các dự án khoa học-công nghệ-đổi mới sáng tạo; và (d) hỗ trợ có mục tiêu cho các dự án công nghệ chiến lược – đáng chú ý, Nghị quyết đề cập rõ việc tạo thuận lợi cho nhà máy chế tạo chip đầu tiên của Việt Nam và các hạ tầng số chiến lược khác (như mạng 5G và cáp quang biển) thông qua các ưu đãi đặc biệt. Nghị quyết 193 có hiệu lực từ giữa năm 2025 và yêu cầu Chính phủ ban hành quy định và hướng dẫn chi tiết để thực hiện Nghị quyết này.
- **Nghị định 88/2025/NĐ-CP của Chính phủ (13/04/2025):** Để thực hiện Nghị quyết 193, Chính phủ đã ban hành Nghị định 88 nhằm quy định chi tiết và hướng dẫn các cơ chế khoa học-công nghệ-đổi mới sáng tạo đặc thù được cho phép. Nghị định 88/2025 là một văn bản toàn diện hiện thực hóa các chính sách thí điểm. Những điểm nổi bật gồm:
 - *Tạo thuận lợi cho thương mại hóa kết quả nghiên cứu:* Các nhà khoa học khu vực công, giảng viên cơ sở GDĐH và nhân viên viện nghiên cứu nay được phép thành lập hoặc tham gia doanh nghiệp khởi nghiệp dựa trên nghiên cứu của họ, với cơ chế “bảo hộ” an toàn. Theo Nghị định 88, nếu một cơ sở GDĐH hoặc viện nghiên cứu công lập thành lập hoặc tham gia thành lập doanh nghiệp (spin-off), viên chức, viên chức quản lý có thể được biệt phái làm việc tại doanh nghiệp với sự đồng ý của người đứng đầu tổ chức, cơ sở quản lý viên chức. Chức vụ, lương và phúc lợi khu vực công của họ được bảo lưu trong thời gian biệt phái, và họ được đảm bảo bố trí công việc phù hợp khi quay lại. Điều này loại bỏ rào cản lớn khiến giảng viên e ngại khởi nghiệp – họ không còn rủi ro đánh mất sự nghiệp khi thương mại hóa kết quả nghiên cứu. Nghị định thực chất tạo ra cơ chế “kiêm nhiệm kép” và mạng lưới an toàn cho nhà đổi mới sáng tạo trong cơ sở GDĐH, như tầm nhìn của Nghị quyết 193.
 - *Khuyến khích chấp nhận rủi ro trong R&D:* Nghị định 88 quy định nếu một dự án R&D sử dụng ngân sách nhà nước không đạt kết quả như dự kiến, đơn vị chủ trì thực hiện sẽ không phải hoàn trả phần kinh phí đã sử dụng, miễn là dự án được triển khai đúng mục tiêu và quy trình phê duyệt. Chỉ kinh phí chưa sử dụng hoặc sử dụng sai mục đích mới phải hoàn trả. Đây là một thay đổi mang tính bước ngoặt so với trước

đây – thừa nhận tính thử nghiệm của nghiên cứu và khuyến khích các dự án tham vọng, đổi mới sáng tạo bằng cách loại bỏ tâm lý lo ngại bị xử phạt khi thất bại. Các nhà nghiên cứu có thể theo đuổi những ý tưởng đột phá mà không còn e ngại rủi ro hành chính như trước.

- *Cơ chế tài chính và mua sắm linh hoạt*: Phù hợp với chỉ đạo của Nghị quyết 193, nghị định thực thi cơ chế “khoán chi” cho các nhiệm vụ KH&CN được phê duyệt, nghĩa là các nhóm nghiên cứu được linh hoạt sử dụng kinh phí để hướng tới các kết quả đầu ra đã thỏa thuận thay vì bị ràng buộc cứng nhắc theo quy định chi tiết từng hạng mục. Nghị định cũng cho phép áp dụng các phương thức mua sắm rút gọn (ví dụ, chỉ định thầu) đối với trang thiết bị và dịch vụ R&D chuyên dụng cần cho các dự án thí điểm, đẩy nhanh tiến độ triển khai.
- *Ưu đãi nhân tài và thuế*: Nghị định 88 quy định chi tiết các ưu đãi cho doanh nghiệp và dự án công nghệ cao. Ví dụ, một doanh nghiệp đầu tư vào cơ sở R&D và sản xuất bán dẫn đầu tiên của Việt Nam được phép trích tới 20% thu nhập trước thuế vào quỹ KH&CN của mình (gấp đôi mức trần thông thường) để tái đầu tư cho dự án. Hơn nữa, các doanh nghiệp nhà nước (100% vốn nhà nước) đầu tư vào các dự án công nghệ cao được chỉ định (như hạ tầng 5G, cáp quang biển quốc tế, hoặc nhà máy bán dẫn) sẽ không bị tính các khoản chi cho dự án đó trong đánh giá hiệu quả tài chính – bất kỳ khoản lỗ nào từ những dự án chiến lược này có thể được loại trừ khi đánh giá lãi/lỗ của doanh nghiệp nhà nước vì mục đích xếp hạng. Các biện pháp này, phù hợp với định hướng của Nghị quyết 193, khuyến khích doanh nghiệp mạnh dạn rót vốn vào các dự án đổi mới sáng tạo then chốt mà không sợ ảnh hưởng bất lợi ngắn hạn về tài chính.
- *Các biện pháp chuyển đổi số*: Một chương riêng trong Nghị định 88 đề cập đến hoạt động chuyển đổi số quốc gia. Chương này bao gồm hỗ trợ phát triển các nền tảng số, sử dụng dữ liệu mở, và đối tác công-tư trong dịch vụ số, bổ sung cho các chính sách khoa học-công nghệ-đổi mới sáng tạo. Ví dụ, Nghị định khuyến khích doanh nghiệp đầu tư ứng dụng công nghệ số bằng cách cho phép khấu trừ toàn bộ chi phí liên quan đến đổi mới sáng tạo khi tính thuế thu nhập doanh nghiệp.
- **Quỹ hỗ trợ đầu tư cho công nghệ cao và R&D (theo Nghị định 182/2024/NĐ-CP, 31/12/2024)**:
Cùng với các chính sách trên, Chính phủ đã thành lập Quỹ hỗ trợ đầu tư nhằm thúc đẩy các dự án công nghệ cao và phát triển nguồn nhân lực liên quan. Ban hành vào cuối 2024, Nghị định 182/2024/NĐ-CP thành lập quỹ cung cấp các khoản đồng tài trợ cho doanh nghiệp đủ điều kiện trong các lĩnh vực công nghệ tiên tiến. Chính sách này ra đời kịp thời, một phần nhằm duy trì sức hút đầu tư của Việt Nam trong bối cảnh cải cách thuế tối thiểu toàn cầu. Các điểm nổi bật gồm: hỗ trợ tối đa 50% chi phí đầu tư ban đầu cho trung tâm R&D trong lĩnh vực bán dẫn hoặc AI, và tối đa 50% chi phí hằng năm cho đào tạo và phát triển nguồn nhân lực người Việt trong các dự án công nghệ cao. Quỹ hướng đến các khoản đầu tư quy mô lớn – chẳng hạn, một dự án sản xuất hoặc thiết kế vi mạch phải có quy mô vốn trên một ngưỡng nhất định (ví dụ, trên 6.000 tỷ đồng đối với dự án liên quan đến chip) mới đủ điều kiện. Đối tượng được hỗ trợ bao gồm các doanh nghiệp công nghệ cao có chứng nhận, các công ty sản xuất sản phẩm công nghệ cao, các công ty ứng dụng công nghệ cao trong sản xuất và các doanh nghiệp xây dựng trung tâm R&D.

PHỤ LỤC 7. TÓM TẮT PHÂN TÍCH SWOT

Điểm mạnh (Strengths):

- Cam kết mạnh mẽ của Chính phủ và động lực chính sách mạnh mẽ (ví dụ, các Nghị quyết 57 và 68 của Bộ Chính trị).
- Việt Nam đã xây dựng được nền tảng vững chắc trong phân đoạn ATP, với sự hiện diện của các tập đoàn toàn cầu như Intel và Amkor, tạo tiền đề để vươn lên trong chuỗi giá trị bán dẫn.
- Nguồn nhân lực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM) đang gia tăng cùng với thứ hạng của các cơ sở GDĐH Việt Nam đang được cải thiện.
- Chi phí lao động cạnh tranh và lực lượng lao động trẻ.
- Các chương trình đào tạo thiết kế vi mạch mới được xây dựng theo chuẩn quốc tế; hợp tác đại học – doanh nghiệp đang mở rộng (làm tiền đề cho các mô hình hợp tác đầu tư).

Điểm yếu (Weaknesses):

- Chương trình đào tạo sau đại học còn hạn chế, số lượng học viên thạc sĩ/tiến sĩ trong các lĩnh vực liên quan đến bán dẫn còn thấp.
- Cơ sở hạ tầng thiếu đồng bộ cho đào tạo, nghiên cứu và đổi mới sáng tạo; khả năng tiếp cận các công cụ EDA đạt chuẩn công nghiệp còn hạn chế (một số phòng thí nghiệm được trang bị tốt, nhưng nhiều phòng thí nghiệm có quy mô hạn chế hoặc lỗi thời – các cơ sở thiết yếu như phòng sạch và phòng thí nghiệm chế tạo thử nghiệm tiên tiến vẫn thiếu).
- Nguồn tài trợ phân tán và ít động lực cho giảng viên theo đuổi R&D (kinh phí cấp cho đề tài nghiên cứu còn khiêm tốn; thăng tiến học thuật ít chú trọng đến bằng sáng chế hoặc hợp tác với doanh nghiệp).
- Thiếu hụt nghiêm trọng nhân tài có chuyên môn sâu, đặc biệt trong thiết kế vi mạch tiên kỳ và đóng gói tiên tiến.
- Tỷ lệ nữ tham gia trong các ngành STEM và ở các vị trí kỹ sư bán dẫn còn thấp.

Cơ hội (Opportunities):

- Nhu cầu toàn cầu đối với bán dẫn gia tăng mạnh mẽ do sự phát triển của AI, điện khí hóa và chuyển đổi số – tạo không gian cho những quốc gia mới nổi và các “trung tâm nhân tài” mới.
- Chiến lược đa dạng hóa chuỗi cung ứng toàn cầu (chiến lược “Trung Quốc+1”) mở ra cơ hội cho Việt Nam thu hút đầu tư trực tiếp nước ngoài và chiếm lĩnh các thị trường ngách về thiết kế tiên kỳ và đóng gói tiên tiến.
- Các mô hình đối tác công tư (PPP) đã được chứng minh hiệu quả có thể điều chỉnh để phát triển các trung tâm bán dẫn quốc gia và cơ sở hạ tầng R&D dùng chung (tận dụng ngân sách công và cùng đầu tư từ doanh nghiệp).
- Có thể khai thác làn sóng quan tâm và đầu tư mạnh mẽ từ các nhà đầu tư bằng cách củng cố khung pháp lý về sở hữu tài sản trí tuệ và hoàn thiện cơ chế thương mại hóa trong các cơ sở GDĐH và hệ sinh thái rộng lớn hơn.
- Cơ hội huy động cộng đồng chuyên gia người Việt Nam ở nước ngoài, mở rộng và củng cố các quan hệ đối tác toàn cầu trong đào tạo, nghiên cứu và đổi mới sáng tạo (để tiếp nhận chuyên môn và kinh nghiệm quốc tế, giúp mở rộng năng lực nhanh chóng).

Thách thức (Threats):

- Chảy máu chất xám do các nhân tài hàng đầu có cơ hội tốt hơn ở nước ngoài (Hoa Kỳ, châu Âu, các trung tâm công nghệ khác ở châu Á).
- Biến động cao và môi trường địa chính trị phức tạp trong ngành bán dẫn (ví dụ, kiểm soát xuất khẩu, căng thẳng thương mại) làm gia tăng sự bất định cho các khoản đầu tư dài hạn – công thêm tính chu kỳ vốn có của ngành bán dẫn.
- Dân số già hóa sau năm 2035 sẽ bắt đầu làm giảm nguồn lao động trẻ của Việt Nam, có nguy cơ bào mòn lợi thế nhân khẩu học.
- Nguy cơ thiếu kinh phí hoặc triển khai chậm các sáng kiến trọng yếu – tham vọng có thể chững lại nếu phân bổ ngân sách hoặc tiến độ thực thi bị trì hoãn.
- Sự thận trọng từ khu vực tư nhân trong việc đồng đầu tư hoặc tham gia (ví dụ, nếu các doanh nghiệp hoài nghi chất lượng nghiên cứu hoặc nguồn nhân lực trong nước) có thể làm suy yếu nỗ lực của khu vực công.

