

BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI

NHỮNG XU HƯỚNG MỚI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

BAN BIÊN SOẠN:

Trần Đắc Hiến (*Chủ biên*)

Trần Thị Thu Hà

Nguyễn Phương Anh

Nguyễn Thị Phương Dung

Nguyễn Lê Hằng

Phạm Khánh Linh

Nguyễn Thị Minh Phượng

Nguyễn Mạnh Quân

Phạm Thị Thảo

Phùng Anh Tiến

Đào Thị Thanh Vân

LỜI NÓI ĐẦU

Xu hướng phát triển xã hội và tăng trưởng khu vực khác nhau đã tạo ra những thay đổi đáng kể trong bức tranh toàn cầu về nghiên cứu khoa học, công nghệ, giáo dục và kinh doanh. Một thế giới khoa học và công nghệ đa cực đang nổi lên sau nhiều thập kỷ thống trị của Hoa Kỳ, Liên minh châu Âu, và Nhật Bản.

Thế giới đang hướng đến các nền kinh tế thâm dụng tri thức, tăng cường hợp tác và cạnh tranh về khoa học và công nghệ. Trong nền kinh tế tri thức, nghiên cứu, khai thác thương mại khoa học công nghệ, và công việc trí tuệ khác ngày càng trở nên quan trọng. Các nền kinh tế này dựa vào lực lượng lao động có tay nghề cao và đầu tư bền vững vào nghiên cứu và phát triển để sản sinh các dòng kiến thức tạo nên cốt lõi của nền sản xuất thâm dụng tri thức trong các ngành công nghiệp chế tạo và dịch vụ. Các hàng hóa và dịch vụ của các ngành công nghiệp này đã phát triển các thị trường chưa từng tồn tại trước đó, giúp các nước hội nhập và cạnh tranh trong thị trường toàn cầu.

Trong xu thế đó, Việt Nam đang tích cực tái cơ cấu nền kinh tế theo hướng tăng cường khoa học và công nghệ, thúc đẩy khởi nghiệp và đổi mới sáng tạo, đào tạo nhân lực chuyên môn cao, hiện đại hóa nền nông nghiệp để hướng tới một nền kinh tế ứng dụng tri thức cao hơn với các doanh nghiệp có khả năng hội nhập và cạnh tranh trên thị trường quốc tế.

Cuốn sách "Khoa học và công nghệ thế giới - Những xu hướng mới" tập trung vào khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo trên thế giới hướng tới cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4, nâng cao năng lực cạnh tranh của các quốc gia trong khoa học công nghệ và đổi mới sáng tạo.

Thông qua cuốn sách này, Cục Thông tin khoa học và công nghệ Quốc gia mong muốn cung cấp tới những nhà quản lý, hoạch định chính sách, những nhà nghiên cứu những thông tin cập nhật về xu hướng cũng như vai trò của khoa học và công nghệ trong phát triển kinh tế thế giới, từ đó hoàn thiện các chính sách phát triển khoa học và công nghệ của Việt Nam trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

**CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA**

MỤC LỤC

<i>LỜI NÓI ĐẦU</i>	3
<i>CÁC CHỮ VIẾT TẮT</i>	7
I. NHỮNG XU HƯỚNG LỚN ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO	9
1.1. Dân số	10
1.2. Tài nguyên thiên nhiên và năng lượng.....	13
1.3. Biến đổi khí hậu và môi trường	17
1.4. Toàn cầu hóa	21
1.5. Vai trò của chính phủ.....	26
1.6. Kinh tế, việc làm và năng suất	31
1.7. Xã hội.....	36
1.8. Y tế, bất bình đẳng và phúc lợi	39
II. CÁC XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ TƯƠNG LAI	44
2.1. Internet vạn vật	45
2.2. Phân tích dữ liệu lớn	50
2.3. Trí tuệ nhân tạo	54
2.4. Công nghệ thần kinh	58
2.5. Vệ tinh nano/micro	64
2.6. Vật liệu nano	68
2.7. Chế tạo đắp dần (công nghệ in 3D)	71
2.8. Công nghệ tích trữ năng lượng tiên tiến	76
2.9. Sinh học tổng hợp	80
2.10. Công nghệ Blockchain.....	84

III. XU HƯỚNG CHÍNH SÁCH KHOA HỌC VÀ ĐỔI MỚI QUỐC GIA	90
3.1. Động cơ tăng trưởng và đổi mới suy yếu.....	90
3.2. Thoát khỏi bẫy tăng trưởng chậm và đẩy mạnh tăng trưởng kinh tế	93
3.3. Tái định hướng nghiên cứu công	106
3.4. Mở rộng kỹ năng và văn hóa đổi mới.....	110
3.5. Cải thiện quản trị chính sách.....	111
IV. TƯƠNG LAI CỦA CÁC HỆ THỐNG KHOA HỌC	115
4.1. Nguồn lực nghiên cứu công	115
4.2. Nhà tài trợ nghiên cứu công.....	116
4.3. Lý do thực hiện nghiên cứu công.....	118
4.4. Đối tượng thực hiện nghiên cứu công.....	122
4.5. Phương thức thực hiện nghiên cứu công	124
4.6. Nghề nghiên cứu công	132
4.7. Kết quả và tác động của nghiên cứu công	136
4.8. Chính sách và quản trị nghiên cứu công	138
V. KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ Ở MỘT SỐ QUỐC GIA	143
5.1. Các nước phát triển	143
5.2. Các nước BRIC	157
5.3. Một số nước ASEAN.....	166
TÀI LIỆU THAM KHẢO	186

CÁC CHỮ VIẾT TẮT

AI	Artificial intelligence
	Trí tuệ nhân tạo
AM	Additive manufacturing
	Chế tạo đắp dần
BERD	Business enterprise expenditure on research and development
	Chi nghiên cứu và phát triển trong doanh nghiệp
DIY	Do-it-yourself
	Tự làm
FDI	Foreign direct investment
	Đầu tư trực tiếp nước ngoài
GDP	Gross domestic product
	Tổng sản phẩm trong nước
GERD	Gross domestic expenditure on research and development
	Tổng chi quốc gia cho nghiên cứu và phát triển
GBAORD	Government budget appropriations or outlays for research and development
	Ngân sách chính phủ dành cho nghiên cứu và phát triển
GVC	Global value chains
	Chuỗi giá trị toàn cầu
HERD	Higher Education Research and Development
	Chi nghiên cứu và phát triển trong trường đại học
ICT	Information and communication technology
(CNTT)	Công nghệ thông tin và truyền thông
IP	Intellectual property
	Sở hữu trí tuệ

MNE	Multinational enterprises Công ty đa quốc gia
NC&PT	Research and development Nghiên cứu và phát triển
OECD	Organization for economic co-operation and development Tổ chức Hợp tác và Phát triển kinh tế
RRI	Responsible research and innovation Nghiên cứu và đổi mới sáng tạo có trách nhiệm
STI	Science, technology and innovation
(KH&ĐT)	Khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo

I. NHỮNG XU HƯỚNG LỚN ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

Những xu hướng lớn (Megatrends) là những thay đổi về mặt xã hội, kinh tế, chính trị, môi trường hoặc công nghệ quy mô lớn, diễn ra một cách chậm chạp tuy nhiên lại có ảnh hưởng sâu sắc và lâu dài đối với nhiều hoạt động, quá trình và nhận thức của con người. Những xu hướng lớn này được chia thành 8 lĩnh vực chuyên đề như sau: dân số; tài nguyên thiên nhiên và năng lượng; biến đổi khí hậu và môi trường; toàn cầu hóa; vai trò của chính phủ; kinh tế, việc làm và năng suất; xã hội; sức khỏe, bất bình đẳng và phúc lợi (Hình 1.1).



Hình 1.1. Tám xu hướng lớn ảnh hưởng đến KHCN&ĐM
 Nguồn: OECD (2015a), OECD Digital Economy Outlook 2015

1.1. Dân số

▪ *Tăng trưởng dân số ở các nước kém phát triển*

Dân số thế giới được dự báo sẽ tăng trong thế kỷ XXI, mặc dù với tốc độ chậm hơn so với trước đây, đạt 8,5 tỷ vào năm 2030 và 9,7 tỷ vào năm 2050. Sự gia tăng sẽ diễn ra gần như toàn bộ ở các nước kém phát triển, châu Phi và sẽ chiếm hơn một nửa mức tăng dự đoán. Quy mô dân số ở nhiều nước phát triển sẽ giữ ở mức ổn định và nhiều nước thậm chí còn trải qua sự suy giảm dân số. Ví dụ, Nhật Bản và nhiều nước Trung Âu và Đông Âu, dân số được dự đoán sẽ giảm hơn 15% vào năm 2050.

Tăng trưởng dân số toàn cầu sẽ đặt ra những áp lực lớn chưa từng thấy đối với tài nguyên thiên nhiên, ví dụ như lương thực, năng lượng, nước..., và khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo (KH-CN&ĐM) vẫn tiếp tục được coi là có vai trò thiết yếu trong việc đẩy mạnh sản xuất và bảo tồn các loại tài nguyên này. Nhìn chung, dân số toàn cầu lớn hơn và kinh tế liên tục phát triển có thể dẫn đến nhiều hoạt động nghiên cứu và đổi mới sáng tạo hơn. Đồng thời, các chương trình nghị sự về nghiên cứu và đổi mới sáng tạo có thể bị tác động đáng kể bởi nhiều thách thức phát triển mà các nước có mức tăng trưởng dân số lớn đang phải đối mặt. Các thỏa thuận và hợp tác quốc tế mới về KH-CN&ĐM - như các Hiệp định Mục tiêu phát triển bền vững (SDG) của Liên Hợp Quốc và Hiệp định Paris COP21 - sẽ thúc đẩy chuyển giao công nghệ cho các nước này để tăng cường các kênh phổ biến công nghệ hiện hữu thông qua thương mại, đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) và mua sắm tư liệu sản xuất. Các nước đang phát triển sẽ cần phải mở rộng và đào sâu hơn năng lực nghiên cứu và đổi mới sáng tạo của mình nếu muốn hấp thụ, áp dụng các công nghệ cho nhu cầu riêng của mình.

▪ *Xã hội già hóa*

Sự kết hợp giữa tỷ lệ sinh thấp và tuổi thọ tăng sẽ dẫn đến sự già hóa trong tương lai ở tất cả các khu vực chính trên thế giới. Với tốc độ như hiện nay, vào năm 2050 ở phạm vi toàn cầu, tỷ lệ số người trên 60 tuổi và số trẻ em sẽ gần như ngang nhau. Đây sẽ là một thay đổi lớn so

với trước đây và hiện tại: hiện tại trên thế giới có khoảng 900 triệu người trên 60 tuổi, con số này được dự đoán sẽ tăng lên 1,4 tỷ vào năm 2030 và 2,1 tỷ vào năm 2050. Châu Âu theo dự báo sẽ có tỷ lệ số người trên 60 tuổi lớn nhất (34% vào năm 2050 so với 24% vào năm 2015). Nhưng già hóa nhanh cũng sẽ xảy ra ở các khu vực khác trên thế giới, đặc biệt ở châu Á. Gần 80% số người lớn tuổi trên thế giới sẽ sống ở những vùng kém phát triển hiện nay. Trung Quốc sẽ có khoảng 330 triệu dân có độ tuổi từ 65 trở lên, Ấn Độ có khoảng 230 triệu người, Brazil và Indonesia có trên 50 triệu người vào năm 2050. Trên toàn cầu, số người trên 80 tuổi được dự báo sẽ tăng gấp ba lần vào năm 2050 (từ 125 triệu năm 2015 lên 434 triệu năm 2050 và 944 triệu năm 2100). Nhóm có độ tuổi trên 80 chỉ chiếm 1% dân số OECD vào năm 1950, nhưng tỷ trọng này đã tăng lên 4% vào năm 2010 và theo dự báo sẽ lên đến 10% vào năm 2050.

Sự già hóa dẫn đến những thay đổi về lối sống và mẫu hình tiêu dùng, điều này tác động mạnh đến chủng loại sản phẩm và dịch vụ được yêu cầu. Các thị trường mới sẽ nổi lên như một phần của “nền kinh tế bạc” (silver economy), trong khi đó sẽ có nhiều nền kinh tế truyền thống hơn có thể phải thích ứng hoặc thậm chí sẽ biến mất, tất cả những điều này đều liên quan đến đổi mới sáng tạo. Đồng thời, các xã hội già hóa có thể gặp phải sự tăng trưởng kinh tế chậm lại. Tỷ số phụ thuộc của người cao tuổi, cùng với các bệnh không lây nhiễm trở nên phổ biến hơn và tình trạng ốm yếu gia tăng ở người cao tuổi sẽ đặt gánh nặng lên y tế và các dịch vụ khác. Áp lực tài chính phát sinh có thể thu hút chi tiêu công vốn dùng để đầu tư cho các khu vực khác, trong đó có cả KHCN&ĐM. Các bệnh liên quan đến người cao tuổi, trong đó có bệnh ung thư và mất trí, cũng có thể ngày càng nổi trội trong các chương trình nghiên cứu y học. Khi thế giới trở nên già hơn, kể cả nhiều nền kinh tế đang nổi, hợp tác nghiên cứu quốc tế về các căn bệnh liên quan đến tuổi cao có thể tăng lên.

▪ *Di cư quốc tế*

Tỷ lệ dân số trong độ tuổi lao động nhỏ hơn sẽ ảnh hưởng đến thị trường lao động có kỹ năng KHCN&ĐM ở nhiều nước OECD. Quy mô dân số trong độ tuổi lao động (15 - 64) hiện đang ở đỉnh cao

trong lịch sử và sẽ sớm giảm xuống. Điều này có nghĩa là tỷ lệ giữa số người phụ thuộc (hiện tại được định nghĩa là dưới 15 tuổi và trên 64 tuổi) so với dân số ở độ tuổi lao động có thể hỗ trợ về mặt xã hội và kinh tế sẽ tăng lên. Mặc dù khả năng người cao tuổi vẫn hoạt động và tiếp tục làm việc sau độ tuổi nghỉ hưu chính thức sẽ tăng lên, nhưng điều này vẫn không đủ để đáp ứng sự thiếu hụt nhân công. Tuy nhiên, việc ước tính thiếu hụt lực lượng lao động trong tương lai cũng cần xét đến sự thay đổi công nghệ như một yếu tố quyết định quan trọng, đặc biệt là tác động của các lĩnh vực robot và trí tuệ nhân tạo. Mặc dù vẫn còn nhiều tranh cãi, những công nghệ này có thể làm giảm nhu cầu lao động và giúp cân bằng sự không tương hợp về kỹ năng trong tương lai. Các công nghệ như vậy cùng với những công nghệ khác (như công nghệ thần kinh - neurotechnology) cũng có thể tăng cường khả năng nhận thức và thể chất, cho phép con người kéo dài được thời gian làm việc lâu hơn trong đời sống.

Di cư quốc tế có thể giúp giảm thiểu tình trạng thiếu lao động và thiếu kỹ năng ở các quốc gia tiếp nhận. Kịch bản dự báo tăng trưởng dài hạn ở OECD giả định rằng, các dòng người lao động di cư chảy vào sẽ là một nhân tố quan trọng để giảm nhẹ sự già hóa ở hầu hết các nước OECD. Tất cả các dấu hiệu đó đều cho thấy sự gia tăng hơn nữa các yếu tố thúc đẩy và thu hút các dòng di cư trong những thập kỷ tới. Lợi thế dân số trẻ ở một số nước đang phát triển tạo điều kiện thuận lợi cho di cư ra nước ngoài: việc thiếu các cơ hội việc làm và nguy cơ xung đột nội bộ gia tăng sẽ buộc nhiều người tìm kiếm cuộc sống và sự an toàn tốt hơn ở những nơi khác. Biến đổi khí hậu cũng có thể tác động nhiều hơn đến các dòng di cư quốc tế trong tương lai.

Những người di cư mang theo trình độ và kỹ năng cùng với họ. Trong năm 2011, tại các nước OECD có 31 triệu người di cư có trình độ học vấn cao và số người di cư có kỹ năng cao đã tăng 72% trong thập kỷ trước. Ở châu Âu, trong thập kỷ qua, số người nhập cư mới chiếm 15% số người tham gia vào các ngành nghề đang phát triển mạnh như khoa học, công nghệ và kỹ thuật cũng như y tế và giáo dục. Tại Hoa Kỳ, con số tương đương là 22%. Tuy nhiên, kỹ năng của người nhập cư không được sử dụng triệt để ở các thị trường lao động

của các nước tiếp nhận và có gần 8 triệu người di cư có trình độ đại học ở các nước OECD đang làm các công việc kỹ năng thấp và vừa. Đây cũng là một tổn thất đối với các quốc gia đang phải đối mặt với nạn “chảy chất xám” đặc biệt là các nước đang phát triển, làm giảm khả năng phát triển năng lực nghiên cứu và đổi mới sáng tạo cần thiết để giải quyết những thách thức phát triển trong nước. Một mối quan tâm nữa là quy mô và tầm quan trọng của các cộng đồng dân tộc thiểu số ở các nước đến, một số có thể hội nhập kém và bị thiệt thòi về mặt kinh tế, có thể gây nên những căng thẳng và bất ổn.

1.2. Tài nguyên thiên nhiên và năng lượng

Tài nguyên thiên nhiên là một nền tảng lớn, chủ yếu trong hoạt động kinh tế và phúc lợi của con người. Nước, không khí, đất và đất trồng cung cấp thực phẩm, nguyên liệu và chất mang năng lượng để hỗ trợ các hoạt động kinh tế xã hội. Việc khai thác và tiêu thụ tài nguyên thiên nhiên ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống và phúc lợi của các thế hệ hiện tại và tương lai. Quản lý hiệu quả và sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên là chìa khóa cho tăng trưởng kinh tế và chất lượng môi trường.

Tăng trưởng dân số trong tương lai, sự thay đổi lối sống và phát triển kinh tế sẽ làm tăng nhu cầu về nước, lương thực và năng lượng trên toàn cầu và làm tăng áp lực lên các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Nông nghiệp sẽ vẫn là nơi tiêu thụ nước lớn nhất, ảnh hưởng đến chất lượng nước bề mặt và nước ngầm qua việc thải ra các dưỡng chất và các vi chất gây ô nhiễm. Một số nguồn năng lượng làm thay đổi chất lượng và khối lượng nước sẵn có (ví dụ như cắt phá thủy lực, thủy điện và kỹ thuật làm mát cho các nhà máy nhiệt điện và điện hạt nhân), do đó sự thay đổi hỗn hợp năng lượng trong tương lai được xem như một nhân tố trong quản lý nguồn nước. Nhu cầu nhiên liệu sinh học ngày càng tăng đã làm tăng sự cạnh tranh về các hoa lợi trồng được. Việc phân bổ lại đất sản xuất sang sản xuất phi thực phẩm sẽ bị chi phối bởi biến động về giá và khả năng sinh lợi tương đối của hàng hóa thực phẩm nhưng có thể thách thức an ninh lương thực trong trung hạn.

Sự phát triển KHCN&ĐM nhằm mang lại các kiến thức mới, các giải pháp sáng tạo và cơ sở hạ tầng tiên tiến để cải thiện việc giám sát, quản lý và năng suất của các nguồn tài sản tự nhiên và cuối cùng có thể tách biệt tăng trưởng kinh tế ra khỏi việc làm suy giảm tài nguyên. Các chính phủ được dự báo sẽ đóng vai trò quan trọng, bằng việc cung cấp cơ sở hạ tầng tri thức (ví dụ như ngân hàng dữ liệu, trung tâm hội tụ công nghệ), chia sẻ kiến thức và những thực tiễn tốt nhất, cung cấp tài chính cho nghiên cứu về nông nghiệp, năng lượng và quản lý tài nguyên thiên nhiên.

▪ *Nước*

Nhiều nơi trên thế giới có thể sẽ phải chịu sức ép lớn về nước, vì nhu cầu nước đã vượt quá tốc độ tăng dân số trong thế kỷ qua. Nếu các xu thế kinh tế xã hội hiện nay vẫn tiếp diễn và không có các chính sách quản lý nước mới (một kịch bản nền), nhu cầu nước được dự báo sẽ tăng 55% trên phạm vi toàn cầu trong giai đoạn từ 2000 đến 2050. Gia tăng mạnh nhất thuộc lĩnh vực sản xuất công nghiệp (+400%), phát điện (+140%) và sử dụng nước sinh hoạt (+130%).

Nước ngầm là nguồn tài nguyên nước lớn nhất trên Trái đất (trừ nước được giữ dưới dạng băng), chiếm hơn 90% nguồn tài nguyên nước của thế giới. Ở những khu vực có nguồn nước mặt hạn chế, chẳng hạn như các vùng thuộc châu Phi, đây là nguồn tài nguyên tương đối sạch, đáng tin cậy và hiệu quả về chi phí. Tuy nhiên, nước ngầm đang được khai thác với tốc độ gia tăng nhanh, vượt quá lượng có thể được bổ sung ở nhiều nơi trên thế giới. Sự cạn kiệt nhanh chóng nguồn nước ngầm còn là hậu quả của sự phổ biến các loại bơm tưới nhỏ ở các nước đang phát triển. Sử dụng nước ngầm với cường độ cao như vậy không chỉ tồn tại ở các nước đang phát triển, lượng nước ngầm sử dụng trong tưới tiêu tại một số nước OECD cũng cao hơn đáng kể so với tỷ lệ nước được bổ sung, ví dụ như ở một số vùng thuộc Hy Lạp, Ý, Mexico và Hoa Kỳ, ảnh hưởng đến khả năng phát triển kinh tế nuôi trồng. Cải tiến công nghệ tưới tiêu và việc áp dụng các thực tiễn nông nghiệp mới cũng như công nghệ robot trong nông nghiệp có thể giúp giám sát tốt hơn việc sử dụng nước và làm chậm sự

cạn kiệt nước ngầm, mặc dù còn cần phải kết hợp với những thay đổi thể chế rộng hơn để đạt được hiệu quả cao hơn.

Bên cạnh đó, nước bề mặt và nước ngầm đang ngày càng trở nên ô nhiễm do các dòng xả thải chất dinh dưỡng từ nông nghiệp và xử lý nước thải kém. Mức dư lượng nitơ trong nông nghiệp được dự báo sẽ giảm ở hầu hết các nước OECD đến năm 2050 nhờ sử dụng phân bón hiệu quả hơn. Tuy nhiên, xu hướng này được cho là sẽ ngược lại ở Trung Quốc, Ấn Độ và hầu hết các nước đang phát triển. Hậu quả của chất lượng nước bị suy thoái sẽ làm tăng hiện tượng phú dưỡng, suy giảm đa dạng sinh học và bệnh tật. Chi phí kinh tế cho xử lý nước để đáp ứng tiêu chuẩn nước uống cũng có ý nghĩa quan trọng ở một số nước OECD. Sự phú dưỡng nước biển cũng làm tăng chi phí kinh tế cao đối với đánh bắt cá thương mại tại một số nước (ví dụ: Hàn Quốc và Hoa Kỳ). Những tiến bộ trong sinh học tổng hợp, như di truyền cây trồng và nâng cao hiệu suất trong vệ sinh nguồn nước, sẽ yêu cầu nhiều công trình nghiên cứu và áp dụng các nhà máy xử lý nước thải thế hệ mới, các hệ thống vệ sinh và nước thải, kết hợp với việc sử dụng các công nghệ cảm biến và công nghệ nano. Khai thác các nguồn nước thay thế như nước mưa, nước đã qua sử dụng, nước biển khử muối và khuyến khích sử dụng nước theo trình tự để giảm bớt sự khan hiếm đang là những thực tiễn đổi mới sáng tạo.

Tình trạng bấp bênh về thực phẩm và dinh dưỡng sẽ còn tồn tại ở nhiều nơi, chủ yếu là các khu vực nghèo, những nơi mà tình trạng khan hiếm nước và suy thoái đất sẽ tiếp tục gây tổn hại đất nông nghiệp. Hiện nay, có khoảng một nửa diện tích đất canh tác bị suy thoái từ mức độ vừa đến nghiêm trọng. Sa mạc hóa và hạn hán có thể sẽ biến khoảng 12 triệu hecta đất sản xuất lương thực thành các vùng khô cằn mỗi năm. Trong thực tiễn sản xuất, nếu không có những tiến bộ quan trọng, tổn thất về năng suất có thể lên đến 50% ở một số nước châu Phi vào năm 2050. Tuy nhiên, tình hình này ở hầu hết các nước OECD và BRICS lại ít nghiêm trọng hơn do năng suất tăng liên tục sẽ dẫn đến việc sử dụng đất hiệu quả hơn. Thay vì mở rộng diện tích đất nông nghiệp, nhiều nước đã lên kế hoạch từ bỏ việc khai thác đất, cho phép các hệ sinh thái phục hồi và tái tạo một phần.

Thói quen tiêu dùng thực phẩm có khả năng thay đổi, phản ánh mức sống ngày càng tăng, tỷ lệ phụ nữ tham gia trong lực lượng lao động cao hơn và thời gian chuẩn bị bữa ăn giảm. Giá hầu hết các mặt hàng nông nghiệp được dự đoán sẽ tăng đáng kể vào năm 2050, đặc biệt sẽ tác động đến các nhóm dân nghèo. Đổi mới sáng tạo sẽ đóng một vai trò quan trọng trong việc giúp nông nghiệp sản xuất ra nhiều thực phẩm giàu dinh dưỡng hơn, đa dạng và phong phú hơn, giải quyết những thay đổi trong chế độ dinh dưỡng và còn cung cấp nguyên liệu thô cho sử dụng phi thực phẩm. Đồng thời, đổi mới sáng tạo cần phải làm giảm bớt sự cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên và cho phép thích ứng với những thay đổi về điều kiện tự nhiên được dự báo do biến đổi khí hậu gây ra.

▪ *Năng lượng*

Tiêu thụ năng lượng tăng mạnh bị chi phối bởi tăng trưởng kinh tế và dân số. Dựa trên cơ sở các chính sách chính phủ hiện hành và theo kế hoạch (“Kịch bản chính sách mới” của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA)), nhu cầu năng lượng sơ cấp toàn cầu ước tính tăng 37% trong giai đoạn từ năm 2012 đến năm 2040. Hầu hết nhu cầu tăng này được cho là xuất phát từ tăng trưởng kinh tế tại các nền kinh tế đang phát triển, đặc biệt là châu Á, chiếm khoảng 60% tiêu thụ năng lượng toàn cầu. Gia tăng nhu cầu toàn cầu được dự báo sẽ chậm lại sau năm 2025 do ảnh hưởng của giá cả, chính sách và chuyển dịch cơ cấu theo hướng các ngành dịch vụ và công nghiệp nhẹ. Tuy nhiên, khu vực công nghiệp vẫn có khả năng là nơi tiêu thụ năng lượng lớn nhất vào năm 2040, tiếp đến là vận tải, các tòa nhà ở và thương mại.

Hỗn hợp năng lượng toàn cầu sẽ có sự thay đổi, chủ yếu do gia tăng sử dụng năng lượng tái tạo. Điều này có nghĩa là các nguồn năng lượng cacbon thấp và năng lượng hóa thạch (như dầu mỏ, khí đốt và than đá) sẽ chiếm tỷ trọng tương đương trong hỗn hợp cung ứng năng lượng trên thế giới vào năm 2040. Trên toàn thế giới, tỷ lệ gia tăng lớn nhất trong sử dụng năng lượng tái tạo để phát điện sẽ là từ năng lượng gió (34%), tiếp theo là thủy điện (30%) và công nghệ năng lượng mặt trời (18%). Đồng thời, nhiên liệu sinh học có thể cung cấp tới 27% khối lượng nhiên liệu vận tải của thế giới vào năm 2050, tăng mạnh so

với mức 2% hiện tại. Các thị trường năng lượng tái tạo mới sẽ phụ thuộc vào sự đột phá về công nghệ và cơ sở hạ tầng thông minh, được tạo khả năng bởi các khoản đầu tư đáng kể vào NC&PT, cơ sở hạ tầng và các quan hệ hợp tác công - tư chiến lược mới.

1.3. Biến đổi khí hậu và môi trường

▪ *Thế giới đang nóng lên*

Dữ liệu về nhiệt độ trên mặt đất và bề mặt đại dương cho thấy nhiệt độ ấm lên trung bình trên toàn cầu đạt $0,85^{\circ}\text{C}$ trong giai đoạn từ 1880 - 2012. Các vùng vĩ độ cao, phần lớn thuộc vùng Bắc cực có nhiệt độ nóng lên hơn 2°C là những khu vực nóng lên nhiều nhất trên thế giới. Ba mươi năm gần đây là khoảng thời gian nóng nhất trong vòng 1.400 năm qua ở bán cầu Bắc. Khí hậu toàn cầu sẽ vẫn tiếp tục nóng lên trong vài thập kỷ tới là điều không thể tránh khỏi.

Thay đổi nhiệt độ toàn cầu được dự báo có liên quan chặt chẽ với lượng phát thải CO_2 tích lũy. Phát thải khí nhà kính (GHG) do con người gây ra rất có thể là nguyên nhân chính của hiện tượng nóng lên quan sát được kể từ giữa thế kỷ XX. Nồng độ khí CO_2 , khí mêtan và oxit nitơ trong khí quyển đạt mức cao chưa từng thấy trong ít nhất 800.000 năm qua. Khí thải CO_2 chiếm khoảng 75% phát thải khí nhà kính toàn cầu, hầu hết từ sản xuất năng lượng. Lượng phát thải CO_2 do con người gây ra trong 40 năm gần đây chiếm tới một nửa tổng số lượng phát thải tính từ năm 1750. Việc đốt nhiên liệu hóa thạch đóng góp hai phần ba lượng khí thải CO_2 toàn cầu, trong khi nông nghiệp là nơi phát thải khí nhà kính mêtan và nitơ oxit mạnh nhất.

Để giảm thiểu sự nóng lên toàn cầu đòi hỏi nhiều chiến lược giảm phát thải khí nhà kính tham vọng hơn. Kịch bản Chính sách mới của IEA phù hợp với sự gia tăng nhiệt độ về dài hạn là 4°C . Kịch bản đầy tham vọng này cần đến những thay đổi mạnh về chính sách và công nghệ, nhưng vẫn dẫn tới mức độ biến đổi khí hậu nguy hiểm. Một kịch bản nghiêm ngặt hơn (2DS) đáp ứng mục tiêu 2°C đã được thống nhất tại hội nghị khí hậu Paris yêu cầu giảm từ 40 - 70% lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu vào năm 2050. Điều này có nghĩa là

tăng tỷ lệ cung ứng điện cacbon thấp từ 30% lên hơn 80% vào thời điểm này.

Đổi mới công nghệ năng lượng sẽ là chìa khóa để đạt được 2DS. Một danh mục toàn diện các công nghệ cacbon thấp, bao gồm cả các giải pháp để thu hồi cacbon, có thể giúp đạt được các mục tiêu về khí hậu. Một số giải pháp sẽ được áp dụng đại trà, trong khi một số khác nhằm vào các lĩnh vực cụ thể. Trong lĩnh vực điện năng, năng lượng gió trên biển và năng lượng quang điện mặt trời đã sẵn sàng để được tích hợp vào lưới điện. Tuy nhiên, để có thể triển khai ở quy mô lớn đòi hỏi phải đổi mới sáng tạo hơn nữa trong tích trữ năng lượng và cơ sở hạ tầng lưới điện thông minh để tăng tính linh hoạt trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Các công nghệ thu giữ cacbon (CCS) được cho là sẽ đóng vai trò quan trọng, mặc dù cần phát triển kỹ thuật và thị trường hơn nữa trước khi chúng được áp dụng rộng rãi. Công nghệ nano có thể cung cấp các giải pháp sáng tạo cho vật liệu CCS. Công nghệ sinh học cũng cung cấp các giải pháp độc đáo để giảm phụ thuộc vào dầu và hóa dầu. Pin sinh học, quang hợp nhân tạo và các vi sinh vật tạo ra nhiên liệu sinh học là một số đột phá gần đây có thể hỗ trợ cuộc cách mạng dựa vào sinh học trong sản xuất năng lượng. Công nghệ nano có thể cung cấp các giải pháp đổi mới sáng tạo để giảm sử dụng năng lượng trong công nghiệp và cho phép thay thế các quy trình tiêu thụ nhiều năng lượng bằng các quy trình chi phí thấp. Ngoài ra, các thành phần hoặc công nghệ năng lượng thấp có thể là công cụ để phát triển và tiếp nhận các công nghệ khác.

Các nền kinh tế mới nổi được dự báo sẽ chiếm phần lớn lượng phát thải khí nhà kính trong những thập kỷ tới, việc các nền kinh tế này tiếp cận các công nghệ cacbon thấp có tính đổi mới sáng tạo sẽ là điều quan trọng và có thể giúp làm giảm đến ba phần tư lượng phát thải CO₂ trên toàn thế giới vào năm 2050 theo kịch bản 2DS. Phát triển kinh tế nhanh ở các khu vực này sẽ hỗ trợ triển khai công nghệ, nhưng cần có sự hợp tác quốc tế để đảm bảo chuyển giao công nghệ và tri thức. Hơn nữa, việc áp dụng công nghệ trong tương lai còn đòi hỏi nâng cao kỹ năng và năng lực tổ chức trong nước.

▪ *Hậu quả đối với khí hậu, hệ sinh thái và sức khỏe*

Một loạt những biến đổi khí hậu nghiêm trọng sẽ đi kèm với nóng lên toàn cầu. Sóng nhiệt sẽ xảy ra thường xuyên hơn và kéo dài hơn, trong khi các hiện tượng thời tiết cực đoan như lượng mưa sẽ trở nên lớn hơn và thường xuyên xuất hiện hơn ở nhiều nơi. Lượng mưa nhiều khả năng sẽ tăng lên ở các vùng nhiệt đới và vĩ độ cao, nhưng lại giảm ở các vùng khô hạn. Các đại dương sẽ tiếp tục ấm lên và bị axit hóa, ảnh hưởng mạnh đến các hệ sinh thái biển. Mực nước biển trung bình toàn cầu sẽ tiếp tục tăng với tốc độ nhanh hơn trong bốn thập kỷ qua. Vùng Bắc cực sẽ tiếp tục ấm nhanh hơn mức trung bình toàn cầu, dẫn đến băng tan, kể cả ở tầng đất đóng băng vĩnh cửu.

Biến đổi khí hậu sẽ gây ra những tác động sâu sắc đến an ninh lương thực và nguồn nước ở cấp khu vực và toàn cầu. Lượng mưa cực đoan và thay đổi sẽ ảnh hưởng đến độ khả dụng, nguồn cung cấp nước, cũng như an ninh lương thực, thu nhập từ nông nghiệp và sẽ dẫn đến những thay đổi về diện tích canh tác cây lương thực, phi lương thực trên khắp thế giới. Tác động của biến đổi khí hậu sẽ làm giảm nguồn nước mặt và nước ngầm có khả năng tái tạo ở những vùng khô hạn nhất, làm tăng sự cạnh tranh về nước giữa các ngành kinh tế khác nhau.

Một khi biến đổi khí hậu làm thay đổi các hệ thống nước - lương thực và chất lượng không khí, bệnh tật mới có thể xuất hiện hoặc các căn bệnh hiện tại trở nên phổ biến rộng hơn. Tử vong sớm trên toàn cầu do ô nhiễm không khí ngoài trời được cho là sẽ tăng gấp đôi vào năm 2050. Sốt rét là bệnh truyền nhiễm quan trọng nhất đang trở nên trầm trọng hơn do biến đổi khí hậu. Hiện tại, hơn một nửa dân số thế giới (3,7 tỷ người) sống trong những khu vực có nguy cơ cao. Con số này dự kiến sẽ tăng lên 5,7 tỷ người vào năm 2050. Phần lớn dân số sống trong các khu vực có nguy cơ cao (như các vùng nóng ẩm - nơi cư trú phù hợp của loài muỗi gây bệnh sốt rét) sẽ ở châu Á (3,2 tỷ người) và châu Phi (1,6 tỷ người).

Số lượng thiên tai liên quan đến thời tiết đã tăng lên trên toàn thế giới trong ba thập kỷ qua, đặc biệt là lũ lụt, hạn hán và bão. KH&CN sẽ đóng một vai trò quan trọng trong việc giám sát các hệ

sinh thái và quản lý thiên tai. Các cơ quan khí tượng thủy văn quốc gia phụ trách các hệ thống cảnh báo sớm sẽ ngày càng phải dựa vào các dữ liệu vệ tinh, bổ sung cho các hệ thống radar trên mặt đất, để duy trì quan trắc liên tục thời tiết toàn cầu và cảnh báo hiệu quả hơn. Cụ thể, việc triển khai các chòm vệ tinh nano và micro có thể hỗ trợ giám sát liên tục các khu vực địa lý rộng hơn, bao gồm cả đại dương, dẫn đến cải thiện công tác dự báo. Các ngành xây dựng và vận tải sẽ sử dụng các nguyên liệu và công nghệ tiên tiến để thích nghi với các điều kiện môi trường cực đoan mới.

▪ ***Đa dạng sinh học toàn cầu bị đe dọa***

Nhiệt độ và chế độ mưa thay đổi ảnh hưởng đến sự phân bố các loài và các hệ sinh thái. Khi nhiệt độ tăng, tầm phân bố của các hệ sinh thái và các loài có khuynh hướng chuyển dịch sang các cực hoặc các vùng cao hơn. Sự di trú như vậy làm cho một số hệ sinh thái bị thu hẹp lại trong khi một số khác lại mở rộng. Mất đa dạng sinh học là một thách thức lớn về môi trường. Mặc dù một số nơi thành công, nhưng đa dạng sinh học vẫn đang suy giảm trên toàn cầu và tổn thất này được dự báo sẽ tiếp tục diễn ra. Khoảng 20% loài động vật có vú và chim, gần 40% loài bò sát, 1/3 loài động vật lưỡng cư và 1/4 loài cá biển đã nằm trong danh sách các loài bị đe dọa.

Hầu hết các vùng giàu đa dạng sinh học đều nằm ở các nước đang phát triển. Các nước có thu nhập thấp dự báo sẽ phải chịu 39% tổn thất đa dạng sinh học trên toàn cầu, các quốc gia BRIICS là 36% và các nước OECD là 25% vào năm 2050. Thiệt hại có thể đạt mức cao ở Nhật Bản và Hàn Quốc, châu Âu, Nam Phi và Indonesia. Một số quốc gia ở Trung Âu đang đứng trước đe dọa đa dạng sinh học khắc nghiệt. Ngoài ra, các nước đang phát triển có xu hướng phải gánh chịu phần lớn chi phí tổn thất đa dạng sinh học vì họ thường phụ thuộc vào tài nguyên thiên nhiên để phát triển kinh tế nhiều hơn so với các nước phát triển.

▪ ***Xử lý chất thải và tiền đề của nền kinh tế tuần hoàn***

Quản lý chất thải yếu kém có tác động tiêu cực đến sức khỏe con người và môi trường, ví dụ: ô nhiễm đất và nước, chất lượng

không khí, sử dụng đất và cảnh quan. Trong hai thập kỷ qua, các nước OECD đã nỗ lực rất nhiều để hạn chế sự phát sinh chất thải và tốc độ gia tăng chất thải đô thị đã giảm từ 1,24% trong giai đoạn 1995 - 2004 xuống còn 0% trong giai đoạn từ 2005 - 2014. Hiện tại, trung bình một người sống ở khu vực OECD tạo ra 520 kg chất thải mỗi năm. Lượng chất thải được đưa trở lại nền kinh tế thông qua tái chế đang tăng lên. Tiên xử lý cơ học và sinh học đang ngày càng được sử dụng để nâng cao tốc độ khôi phục và hiệu suất đốt cháy. Các nguyên tắc chỉ đạo của chính phủ khuyến khích hoặc yêu cầu các nhà sản xuất chịu trách nhiệm về sản phẩm của mình sau bán hàng, ví dụ: EU đã đưa ra các mục tiêu tái chế cho tất cả các quốc gia thành viên. Việc đổ rác thải thành phố đã bị cấm ở một số nước. Tỷ lệ tái chế đối với các vật liệu như thủy tinh, thép, nhôm, giấy và plastic đang gia tăng (lên đến 80% trong một số trường hợp).

Có thể nhận thấy được sự chuyển đổi theo hướng “nền kinh tế tuần hoàn” (circular economy). Các nước OECD đang tăng cường nỗ lực để chuyển sang một nền kinh tế sử dụng hiệu quả tài nguyên hơn và cho thấy những dấu hiệu tách biệt tiêu thụ nguyên liệu với tăng trưởng kinh tế. Nền kinh tế tuần hoàn hàm ý một sự thay đổi có tính hệ thống, chuyển sang một xã hội không có hoặc có ít chất thải, hiệu quả tài nguyên và có những thay đổi lớn trong các phương pháp sản xuất và tiêu dùng. Một nền kinh tế tuần hoàn sẽ tạo ra những cơ hội kinh tế to lớn khi các dịch vụ và mô hình kinh doanh mới xuất hiện. Mọi quan hệ giữa nhà sản xuất và người tiêu dùng, giữa sản phẩm và người sử dụng nó sẽ trải qua quá trình thay đổi căn bản. Việc sửa chữa, tái sử dụng, tái phân phối và tái sản xuất sẽ tăng lên, cũng như tỷ lệ tái chế và công nghệ vật liệu sẽ phát triển, cho phép chuyển đổi từ nguyên liệu phi tái tạo sang sản xuất, sử dụng các vật liệu có khả năng tái tạo cao trong các sản phẩm hoàn chỉnh.

1.4. Toàn cầu hóa

Toàn cầu hóa - dưới dạng các dòng vốn, hàng hóa và nhân lực quốc tế - tạo điều kiện cho việc phổ biến kiến thức, công nghệ và thực tiễn kinh doanh mới. Những động thái này ảnh hưởng mạnh mẽ đến sự đổi mới sáng tạo và tăng năng suất lâu dài. Ngoài ra, sự thay đổi về

công nghệ, đặc biệt trong lĩnh vực công nghệ thông tin, truyền thông (ICT) và vận tải, đã tạo điều kiện, thậm chí đẩy nhanh quá trình toàn cầu hóa. Xu hướng toàn cầu hóa ngày càng tăng có thể tiếp tục có những ảnh hưởng đáng kể trong 10 - 15 năm tới, mặc dù các xu hướng ngược, như tăng cường bảo hộ, có thể gây phá vỡ và dẫn đến gián đoạn.

▪ *Chuỗi giá trị thương mại và toàn cầu*

Hội nhập thương mại toàn cầu được dự báo sẽ tiếp tục phát triển trong tương lai, mặc dù ở tốc độ chậm hơn so với những năm gần đây. Thương mại dịch vụ sẽ tiếp tục phát triển nhanh hơn thương mại hàng hóa, một phần do sự liên tục tự do hóa ngành, một phần còn do tỷ trọng dịch vụ trong GDP gia tăng và một phần là do các xu hướng tiêu dùng bị thúc đẩy bởi dân số già hóa. Các mô hình thương mại sẽ phản ánh sự thay đổi về trọng lượng cán cân kinh tế toàn cầu, với xuất khẩu từ các nền kinh tế ngoài OECD được cho sẽ tăng từ chỗ chiếm 35% xuất khẩu thế giới năm 2012 lên 56% vào năm 2060.

Sự tăng trưởng nhanh chóng của các chuỗi giá trị toàn cầu (GVC) là một động lực quan trọng của quá trình toàn cầu hóa kinh tế trong những thập kỷ qua và kết quả là sự liên kết ngày càng tăng giữa các quốc gia. Các GVC ngày càng trở nên dài và phức tạp hơn theo thời gian với sản xuất trải rộng trên số các quốc gia tham gia ngày càng tăng, kể cả ở các nền kinh tế mới nổi. Sự gia tăng phân chia sản xuất quốc tế trong các GVC, với sự trợ giúp của dịch vụ hậu cần (cùng với sự hỗ trợ kỹ thuật số), viễn thông và dịch vụ kinh doanh, đang cho thấy các hoạt động sử dụng nhiều lao động được chuyển giao từ các nước OECD sang các nền kinh tế có chi phí lao động thấp. Nhưng mức độ chuyển hướng này sẽ tiếp tục trong tương lai hay không vẫn còn là điều không chắc chắn. Tăng lương, như ở miền Đông Trung Quốc và tự động hóa gia tăng đang làm xói mòn lợi thế về chi phí lao động tại các nền kinh tế mới nổi, trong khi các GVC phức tạp và dài đang đặt các công ty đứng trước rủi ro cung ứng gia tăng trong trường hợp những cú sốc bất lợi.

Đồng thời, các nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc cũng đang cố gắng chuyển sang các hoạt động có giá trị gia tăng cao hơn, làm thay đổi vị trí của họ - cả đầu chuỗi và cuối chuỗi trong các GVC. Đổi

mới sáng tạo là chìa khóa để nâng cao năng lực. Năng lực NC&PT công nghiệp đã phát triển nhanh ở các khu vực này và sự gia tăng không ngừng về cường độ NC&PT cho thấy cạnh tranh toàn cầu trong lĩnh vực tài sản NC&PT. Nói rộng hơn, tầm quan trọng ngày càng tăng của các GVC có thể dẫn đến sự tập trung mạnh hơn vào một tập hợp các nhiệm vụ cụ thể mà các công ty của một quốc gia có lợi thế so sánh. Tùy thuộc vào cấu trúc quản trị của GVC, điều này có thể dẫn đến sự gia tăng tập trung năng lực đổi mới trong số các tổ chức, quốc gia.

- **Công ty đa quốc gia**

Nghiên cứu phát triển và các hoạt động đổi mới sáng tạo ngày càng mang tính toàn cầu, nhờ vào việc thay đổi tổ chức các chức năng bên trong công ty đa quốc gia (MNE), các công ty này đang quốc tế hóa các hoạt động NC&PT với tốc độ nhanh hơn và trên quy mô lớn hơn trước đây. Các công ty chi nhánh ở nước ngoài đóng một vai trò quan trọng trong NC&PT quốc nội của nhiều nước. Năm 2013, các công ty này chiếm hơn một phần năm tổng NC&PT của doanh nghiệp tại đa số các quốc gia OECD. Các phát minh được cấp bằng sáng chế cũng thường là kết quả của sự hợp tác giữa các nhà phát minh từ các nền kinh tế khác nhau. Tính trung bình, đồng phát minh quốc tế tăng 27% trong giai đoạn 2000 - 2003 và 2010 - 2013.

Các dòng vốn đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) trên thế giới đã tăng gấp ba lần kể từ giữa những năm 1990, gia tăng với tốc độ nhanh hơn so với thương mại quốc tế về hàng hóa và dịch vụ. Mặc dù hầu hết các dòng chảy FDI vẫn diễn ra trong khối OECD, nhưng cảnh quan đã thay đổi đáng kể trong thập kỷ qua. Cho đến năm 2003, có khoảng 95% dòng FDI xuất phát từ các nước OECD, nhưng trong thập kỷ qua tỷ lệ này đã giảm xuống dưới 80% do gia tăng đầu tư nước ngoài của các nền kinh tế mới nổi. FDI đổ vào có thể mang đến cho các nước nhận cơ hội tiếp cận các công nghệ mới, tạo ra các cơ hội việc làm và sự lan tỏa tri thức cho các công ty trong nước.

Tiêu chuẩn đóng vai trò quan trọng trong đổi mới sáng tạo, tạo nên sự thống nhất trên toàn ngành về các quy tắc, thực hành, chuẩn đo hay các quy ước được sử dụng trong công nghệ, thương mại và xã hội nói chung. Công tác tiêu chuẩn hóa ngày càng được tiến hành trên

phạm vi quốc tế. Trong một nền kinh tế toàn cầu hóa, tính tương thích và những ranh giới chung xuyên biên giới đang ngày càng trở nên quan trọng. Các công ty đóng vai trò chính trong thiết lập các tiêu chuẩn quốc tế sẽ có lợi thế khi làm vậy do các tiêu chuẩn mới phù hợp với các tiêu chuẩn và/hoặc các đặc điểm của cơ sở sản xuất của họ.

▪ ***Các luồng dữ liệu số toàn cầu***

Không chỉ có các dòng chảy hàng hóa và tài chính gia tăng trong hai thập kỷ qua, mà cả các luồng dữ liệu thương mại, thông tin, tìm kiếm, video, truyền thông và lưu lượng dữ liệu nội bộ cũng tăng lên. Băng thông rộng xuyên biên giới đã tăng 45 lần kể từ năm 2005 và được dự đoán sẽ tăng thêm 9 lần trong 5 năm tiếp theo. Các nền tảng kỹ thuật số toàn cầu đang giúp giảm chi phí thông tin liên lạc và giao dịch qua biên giới, qua đó làm giảm quy mô tối thiểu để các doanh nghiệp có thể hoạt động toàn cầu và cho phép các doanh nghiệp nhỏ trở thành “các công ty đa quốc gia nhỏ”. Các nền tảng kỹ thuật số toàn cầu cũng giúp các cá nhân hình thành các kết nối xuyên biên giới, cho phép họ học hỏi, tìm việc làm, giới thiệu tài năng của mình và xây dựng mạng lưới cá nhân. Khoảng 900 triệu người có kết nối quốc tế trên phương tiện truyền thông xã hội và 360 triệu người tham gia vào thương mại điện tử qua biên giới, các con số đang tăng lên nhanh chóng.

▪ ***Toàn cầu hóa thương mại bất hợp pháp***

Tự do hóa thương mại và chi phí của chuỗi cung ứng xuyên lục địa tương đối thấp đã làm thay đổi khối lượng, chủng loại và phạm vi địa lý của hàng hóa được buôn bán ở các thị trường bất hợp pháp. Lợi nhuận của tội phạm có tổ chức xuyên quốc gia ước tính đạt 870 tỷ USD, tương đương 1,5% GDP toàn cầu. Mức độ và tính nghiêm trọng của những tác động tiêu cực về xã hội, kinh tế và thậm chí cả về mặt chính trị cũng đã tăng lên. Ví dụ, buôn bán ma túy, vũ khí và đặc biệt là buôn người trái phép xuyên quốc gia có những tác động xói mòn xã hội một cách rõ ràng. Thương mại hàng giả bất hợp pháp gây suy yếu mô hình đầu tư cho nghiên cứu và phát triển, ví dụ như trong lĩnh vực dược phẩm. Buôn bán động vật hoang dã phá hủy đa dạng sinh học và có thể gây ra sự lây lan bệnh động vật truyền sang người. Việc sử

dụng hội lộ trong thương mại bất hợp pháp và ảnh hưởng phi pháp cũng làm suy yếu sự quản lý và có thể đe dọa sự ổn định chính trị.

Mạng lưới hoạt động tội phạm quốc tế phụ thuộc vào và cũng hưởng lợi từ nhiều công nghệ và đổi mới sáng tạo mà các công ty luật tư nhân khai thác nhằm nâng cao khả năng cạnh tranh của mình. Internet là một ví dụ nổi bật, với việc di trú các hoạt động tội phạm trực tuyến làm tăng mức độ đe dọa đối với an ninh kỹ thuật số. Một nền kinh tế ngầm tội phạm mạng đã xuất hiện, với sự hình thành các nhóm tổ chức xuyên quốc gia có các kỹ năng kỹ thuật đổi mới đáng kể để thực hiện các hành vi đánh cắp tài chính, thông tin và danh tính bằng cách sử dụng các công cụ kỹ thuật ngày càng tinh vi, một số đã được tự động hóa và triển khai trên diện rộng để đạt được hiệu quả tối đa.

▪ *Toàn cầu hóa chính trị*

Trong tương lai gần, Nhà nước vẫn giữ vai trò chủ đạo trong các vấn đề quốc gia và quốc tế, nhưng sự gia tăng liên kết quốc tế giữa một loạt các chủ thể liên quan, bao gồm các công ty đa quốc gia, các phong trào xã hội dân sự toàn cầu và các thành phố, có nghĩa là môi trường để giải quyết các vấn đề toàn cầu đang thay đổi. Đồng thời, sự phát triển kinh tế mạnh mẽ ở châu Á trong những thập kỷ gần đây cho thấy một sự chuyển đổi mang tính lịch sử về quyền lực kinh tế và địa vị chính trị, đặt ra câu hỏi về tính hợp pháp của nhiều tổ chức đa phương tồn tại sau Thế chiến thứ II. Việc thiếu đại diện vẫn là mối quan tâm lớn, nhất là trong các tổ chức tài chính quốc tế và đã thúc đẩy một số nền kinh tế mới nổi thành lập các cơ chế song phương và đa phương (ví dụ như các ngân hàng phát triển, khối thương mại khu vực và các nhóm như BRICS). Các chính sách KHCN&ĐM của quốc gia ngày càng được xây dựng trong các điều kiện toàn cầu, phản ánh bản chất toàn cầu của nhiều vấn đề và sự toàn cầu hóa thị trường và sản xuất. Do đó, việc quản lý xuyên biên giới ngày càng trở nên quan trọng đối với KHCN&ĐM, đặc biệt trong việc giải quyết các “thách thức lớn” toàn cầu như biến đổi khí hậu và những mối đe dọa đến sức khỏe và sự đầy đủ nguồn lực. Tuy nhiên, các khuôn khổ quốc tế trong nhiều lĩnh vực KHCN&ĐM vẫn còn mới mẻ và bị ảnh hưởng bởi một số rào cản, đặc biệt là những khó khăn trong việc điều phối các khoản

tài trợ tập thể thông qua các chế độ tài trợ quốc gia. Các quốc gia cũng quan ngại về việc phân bổ lợi ích của việc đầu tư công vào nghiên cứu, phát triển và đổi mới sáng tạo do sự nổi lên của KHCN&ĐM như một trọng tâm của chính sách công nghiệp quốc gia.

▪ ***Di cư quốc tế thông qua giáo dục đại học***

Di chuyển lao động quốc tế của các cá nhân có trình độ học vấn cao ở các giai đoạn khác nhau trong sự nghiệp phát triển và chuyên môn cá nhân là một động lực quan trọng cho việc lưu thông tri thức trên toàn thế giới. Giai đoạn quan trọng là giáo dục trình độ đại học, khi sinh viên học tập hoặc dành thời gian ở các cơ sở đào tạo đại học nước ngoài, họ sẽ xây dựng mối liên kết với các cá nhân khác và đạt được những năng lực để có thể chuyển qua các nơi khác trong suốt thời gian làm việc của họ. Số sinh viên du học nước ngoài đã tăng hơn năm lần kể từ giữa những năm 1970. Con số này đạt khoảng 0,8 triệu trên toàn thế giới vào năm 1975 đã tăng lên hơn 4 triệu vào năm 2010 và đang ngày càng gia tăng trong những năm gần đây. Sinh viên du học nước ngoài tập trung ở một vài quốc gia, với gần một nửa đến năm quốc gia hàng đầu (Hoa Kỳ, Anh, Đức, Pháp và Australia). Tuy nhiên, các điểm đến đang phát triển nhanh nhất như châu Mỹ Latinh và vùng Caribe, châu Đại dương và châu Á, phản ánh sự quốc tế hóa các trường đại học đang tăng lên tại một số nước đang phát triển. Trong thời gian tới, số sinh viên du học ở nước ngoài có thể tăng gấp đôi, lên 8 triệu vào năm 2025. Tỷ lệ tăng trưởng nhu cầu giáo dục đại học quốc tế trung bình hàng năm trong giai đoạn 2005 - 2025 được dự đoán sẽ vượt quá 3% ở châu Phi, Trung Đông, châu Á, Trung và Nam Mỹ. Các quốc gia gửi sinh viên quốc tế hàng đầu vào năm 2025 dự đoán sẽ là Trung Quốc, Ấn Độ, Đức, Hàn Quốc, Ả-rập Xê-út, Nigeria, Thổ Nhĩ Kỳ, Pakistan, Pháp và Kazakhstan và số sinh viên đến từ Trung Quốc và Ấn Độ dự đoán sẽ chiếm khoảng một phần ba tổng số này.

1.5. Vai trò của chính phủ

▪ ***Thay đổi vai trò phát triển kinh tế của chính phủ***

Về mặt lịch sử, nhiều nước OECD thực hiện các chính sách công nghiệp can thiệp cao, nhà nước thường sở hữu các phương tiện

sản xuất trong một số ngành công nghiệp chủ chốt hoặc ủng hộ một vài “nhà vô địch quốc gia” tư nhân. Kiểu chính sách này đã không còn được ưa chuộng rộng rãi từ những năm 1970 và được thay thế bằng các chính sách có tính chất ngang bằng hơn, tập trung vào việc cải thiện các điều kiện khung cho tất cả các doanh nghiệp. Các điều kiện này liên quan đến việc thực thi các quy tắc cạnh tranh, mở cửa thương mại, chuẩn bị sẵn sàng các kỹ năng (giáo dục và đào tạo nghề)... Tuy nhiên, sau cuộc khủng hoảng kinh tế gần đây, nhiều nước OECD đã thể hiện mối quan tâm mới đối với chính sách công nghiệp. Khả năng mất năng lực chế tạo công nghiệp và sự cạnh tranh gia tăng từ các nền kinh tế mới nổi cũng góp phần làm tăng mối quan tâm này, cùng với đó là triển vọng về “cuộc cách mạng sản xuất mới” được thúc đẩy bởi KH&CN.

Cách tiếp cận mới này khác với các thể hệ chính sách công nghiệp trước đây. Nó bao gồm việc tạo điều kiện và phối hợp các vai trò lãnh đạo và các phương thức mới để cho chính phủ và ngành công nghiệp cùng hợp tác với nhau, đồng thời tránh được sự ảnh hưởng quá mức từ những giới có thể lực. Các mối liên kết có ý nghĩa quan trọng đối với đổi mới, mặc dù không phải lúc nào cũng hoạt động hiệu quả. Điều đó thúc đẩy các chính phủ hỗ trợ cho hợp tác nghiên cứu, cũng như chia sẻ kiến thức giữa các công ty hoặc giữa công ty và trường đại học. Hỗ trợ phát triển công nghệ cũng là “thượng nguồn” từ trọng tâm “chọn người chiến thắng” trước đây, chính phủ hỗ trợ các công nghệ đa dụng để không ngăn cản cạnh tranh hạ nguồn hoặc không vi phạm các quy định về trợ cấp nhà nước trong các công ước quốc tế. Sự hỗ trợ cũng ngày càng trở nên chú trọng vào thách thức khi các chính phủ muốn tìm cách chuyển hướng sự thay đổi công nghệ từ các quỹ đạo phụ thuộc lối mòn chuyển sang các công nghệ có lợi hơn cho xã hội và môi trường và thúc đẩy đầu tư KH&CN tư nhân theo hướng này.

Thay đổi công nghệ, đặc biệt là kỹ thuật số hóa, đặt ra cho các chính phủ những thách thức mới để quản lý chi phí cho đổi mới sáng tạo. Các nhà hoạch định chính sách cần triển khai một loạt các chính sách, một mặt để cho phép các công ty đổi mới sáng tạo đầu tư vào các lĩnh vực đổi mới sáng tạo hàng đầu và tiếp cận nhân công có kỹ năng, tài chính và thị trường, mặt khác còn phải hỗ trợ sự phổ biến đổi

mới sáng tạo trong phần còn lại của nền kinh tế, qua đó cho phép tất cả các công ty đều được hưởng lợi từ những đổi mới sáng tạo này. Các chính phủ cũng đang ngày càng tự đổi mới sáng tạo, tiến hành các thực nghiệm và dựa nhiều vào các công nghệ số để xây dựng chính sách, thực hiện và đánh giá.

▪ ***Vai trò của chính phủ trong hỗ trợ nghiên cứu***

Nghiên cứu công do nhà nước tài trợ đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống đổi mới sáng tạo và các quá trình ra quyết định. Đây là một nguồn tạo ra tri thức mới, đặc biệt là trong các lĩnh vực công ích, chẳng hạn như khoa học cơ bản hoặc các lĩnh vực liên quan đến những thách thức xã hội và môi trường mà các doanh nghiệp không phải lúc nào cũng có điều kiện hoặc có động cơ để đầu tư. Hơn nữa, các chính phủ đóng một vai trò cơ bản trong việc đảm bảo nền tự chủ khoa học. Họ cũng hỗ trợ từ 10 - 20% chi tiêu NC&PT doanh nghiệp ở hầu hết các nước OECD. Nguyên nhân thất bại thị trường của việc hỗ trợ công này là ở chỗ các công ty có xu hướng đầu tư không đủ cho NC&PT do chi phí và tính không chắc chắn, thời gian cần thiết để thu được lợi nhuận từ đầu tư và khả năng các đối thủ cạnh tranh có thể nắm bắt được hiệu ứng lan tỏa tri thức (do tính chất không cạnh tranh và có thể loại trừ một phần của NC&PT). Tất cả những lý do để hỗ trợ nghiên cứu công và NC&PT doanh nghiệp chắc chắn sẽ vẫn có cơ sở trong 10 - 15 năm tới. Câu hỏi đặt ra là liệu các chính phủ có đủ khả năng để đáp ứng các đầu tư cần thiết hay không.

▪ ***Khủng hoảng tài chính nhà nước***

Áp lực ngân khố dường như sẽ tiếp tục gia tăng ở nhiều quốc gia do dân số phát triển bất lợi, áp lực chi tiêu phát sinh do gia tăng đầu tư cơ sở hạ tầng, y tế, giáo dục và chi trả lương hưu. Trung bình trong khối OECD, chi tiêu xã hội công đã tăng từ hơn 15% GDP lên gần 22% GDP trong giai đoạn từ 1980 - 2014. Nợ chính phủ cũng ngày càng tăng, đặc biệt là từ khi diễn ra khủng hoảng tài chính toàn cầu và nhiều nước gần đây đã thông qua các biện pháp thắt chặt để giảm bớt hoặc thậm chí đảo ngược tỷ lệ nợ công/GDP cao. Đồng thời, toàn cầu hóa đang mở ra cơ hội cho các công ty đa quốc gia có thể giảm đáng kể các khoản thuế họ phải trả. Việc sử dụng các thỏa thuận hợp pháp

có thể làm cho lợi nhuận biến mất vì mức thuế cao hoặc lợi nhuận có thể được chuyển sang những nơi có mức thuế thấp hoặc miễn thuế, dẫn đến tổn thất thu nhập thuế hằng năm ước tính trong khoảng từ 100 tỷ USD đến 240 tỷ USD, tương đương từ 4% đến 10% tiền thu thuế doanh nghiệp toàn cầu. Mặc dù với áp lực này, chính phủ vẫn là những nhà đầu tư lớn nhất cho NC&PT công, tuy khả năng tài trợ cho các hoạt động KHCN&ĐM/STI ở mức hiện tại có thể bị ảnh hưởng. Dữ liệu mới nhất về chi tiêu chung cho NC&PT trong khu vực OECD cho thấy có sự sụt giảm nhẹ trong tài trợ của chính phủ, đây có thể là “tín hiệu yếu” của xu thế chi tiêu công trong tương lai.

▪ ***Khủng hoảng lòng tin vào chính phủ***

Sau cuộc khủng hoảng kinh tế toàn cầu, niềm tin của công chúng vào chính phủ và các thể chế bị xói mòn. Có ý kiến cho rằng các chính phủ đã không đáp ứng đầy đủ trong thời gian xảy ra cuộc khủng hoảng hoặc không giải quyết một cách thỏa đáng hậu quả của nó. Sự thay đổi công nghệ đã mang lại cuộc cách mạng trong sản xuất, nhưng cũng ảnh hưởng đến việc làm và làm phát sinh những rủi ro mới liên quan đến bảo mật riêng tư và tội phạm mạng. Tham nhũng, cho dù mới chỉ cảm nhận hay đã hiện hữu, thất nghiệp cao, bất bình đẳng về thu nhập tăng và mối lo rằng hệ thống giáo dục đã lỗi thời và không cung cấp các cơ hội bình đẳng, tất cả đều dẫn đến niềm tin rằng các chính phủ không thể bảo vệ lợi ích tốt nhất cho công dân mình. Khủng hoảng niềm tin cũng có liên quan đến chính sách KHCN&ĐM, vì NC&PT vẫn tiếp tục được tiến hành trong khu vực công. Hơn nữa, các chính phủ được kỳ vọng sẽ đóng vai trò quy định và điều tiết quan trọng trong quản lý nghiên cứu và đổi mới sáng tạo, như chứng nhận sự an toàn của sản phẩm mới, đó là vai trò khó thực hiện trong một thế giới bất định do sự thay đổi công nghệ đang trở nên toàn cầu hóa và diễn ra nhanh chóng.

▪ ***Bất ổn định gia tăng trong hệ thống quốc tế***

Một loạt các xu hướng diễn ra và phát triển ở cấp độ toàn cầu, ví dụ như tầm quan trọng ngày càng tăng của các nước mới nổi và các nước đang phát triển; sự dịch chuyển trọng tâm kinh tế về phía châu Á và sự suy giảm kèm theo về trọng lượng kinh tế tương đối của Bắc Mỹ

và châu Âu; sự nổi lên của các chuỗi giá trị toàn cầu - đã chuyển thành một sự chuyển dịch sang một thế giới đa cực hơn. Sự thay đổi này đang tạo ra những bất định ngày càng tăng trong hệ thống quốc tế.

Hai thập niên vừa qua đã chứng kiến sự giảm dần về số lượng (và tính khốc liệt) của các cuộc xung đột vũ trang nội bộ trên toàn thế giới - từ mức đỉnh điểm vào năm 1994 khi gần 1/4 các quốc gia trên thế giới bị lôi kéo vào những cuộc xung đột dân sự, nay tỷ lệ này đã xuống mức dưới 15%, phần lớn là kết quả của sự cải thiện rộng rãi một loạt các yếu tố, như trình độ giáo dục, đa dạng hóa kinh tế và phát triển dân số thuận lợi. Số cuộc xung đột giữa các quốc gia mặc dù dao động, cũng có xu hướng giảm, chủ yếu là do sự áp dụng các quy tắc toàn cầu chống chiến tranh và còn do liên kết kinh tế và tài chính chặt chẽ hơn giữa các quốc gia.

Các quan điểm trái chiều khi dự báo về triển vọng xung đột vũ trang dài hạn. Ví dụ, Hegre và Nygard (2014)¹ dự đoán xu hướng giảm này sẽ tiếp tục, với tỷ lệ các nước tham gia vào các cuộc nội chiến giảm từ 15% xuống còn 12% vào năm 2030 và 10% vào năm 2050 và các cuộc xung đột tập trung chủ yếu ở tiểu vùng Sahara, châu Phi và Nam Á. Các quan điểm khác ít lạc quan hơn. Hội đồng Tình báo Quốc gia Hoa Kỳ cho rằng nguy cơ xung đột giữa các quốc gia đang gia tăng do những thay đổi trong hệ thống quốc tế, nhưng không cảnh báo về xung đột với mức độ một cuộc chiến tranh thế giới với sự tham gia của tất cả các cường quốc. Ở nhiều quốc gia, phần lớn các khoản tài trợ công cho NC&PT được cấp cho các công ty trong ngành công nghiệp quốc phòng để phát triển các thiết bị quân sự và các ứng dụng dân sự có tiềm năng. Ở bất kỳ một sự gia tăng căng thẳng quốc tế nào đều có thể nhận thấy tỷ trọng này tăng lên.

▪ ***Tầm quan trọng gia tăng của các thể chế phi nhà nước***

Các thể chế phi nhà nước như các công ty đa quốc gia, các tổ chức phi chính phủ, quỹ tài sản có chủ quyền, các siêu đô thị, các viện nghiên cứu và các tổ chức tầm cỡ toàn cầu đều được cho là sẽ có vai

¹ Hegre, H. and H.M. Nygard (2014), "Peace on Earth? The future of internal armed conflict", Conflict Trends, 01-2014, Peace Research Institute.

trò ảnh hưởng ngày càng tăng trong những thập kỷ tới. Trong một số trường hợp, họ thậm chí có thể là công cụ để thành lập các liên minh và liên kết mới, với sự hỗ trợ công rộng rãi để giải quyết một số thách thức toàn cầu mà thế giới phải đối mặt, như đói nghèo, môi trường, an ninh... Trong lĩnh vực KH&ĐT, doanh nghiệp vẫn là những nhà tài trợ chính cho NC&ĐT và là nơi tập trung hầu hết các hoạt động đổi mới sáng tạo. Các chính phủ ngày càng hợp tác với các doanh nghiệp, các tổ chức phi chính phủ và các nhà từ thiện để hỗ trợ KH&ĐT, điều này sẽ ảnh hưởng đến chương trình nghị sự nghiên cứu công.

Các thành phố, đặc biệt là những thành phố lớn nổi lên như những thực thể (dưới quốc gia) quan trọng. Các khu đô thị là những động lực tăng trưởng chính. Các thành phố và khu vực đã và đang hỗ trợ cho hoạt động nghiên cứu và đổi mới trong phạm vi giới hạn của mình, số lượng các chiến lược đổi mới được xây dựng đang tăng lên và xu hướng này vẫn sẽ tiếp diễn.

1.6. Kinh tế, việc làm và năng suất

▪ *Tăng trưởng năng suất tương lai*

Tăng trưởng toàn cầu ước tính sẽ chậm lại từ chỗ đạt 3,6% trong giai đoạn 2010 - 2020 xuống còn 2,4% trong giai đoạn 2050 - 2060. Do dân số già hóa, tăng trưởng thu nhập sẽ ngày càng được thúc đẩy bởi đổi mới sáng tạo và đầu tư vào kỹ năng. Tuy nhiên, tăng năng suất lao động đã chậm lại tại nhiều nước OECD trong hai thập kỷ qua, điều này chủ yếu phản ánh tốc độ tăng năng suất yếu tố tổng chậm lại. Quan điểm bi quan cho rằng đây là một hiện tượng lâu dài, do sự suy giảm ở tốc độ tiến bộ công nghệ. Theo quan điểm này, các loại hình đổi mới diễn ra trong nửa đầu thế kỷ XX (ví dụ như điện khí hóa) có ý nghĩa lớn hơn nhiều so với bất cứ điều gì diễn ra sau đó (ví dụ như CNTT), hoặc trong tương lai. Mặt khác, các quan điểm lạc quan về công nghệ cho rằng tốc độ cơ bản của tiến bộ công nghệ không chậm lại và cuộc cách mạng công nghệ thông tin sẽ tiếp tục làm thay đổi đáng kể các nền kinh tế tiên phong.

Phân tích gần đây của OECD về xu thế năng suất cho thấy nguyên nhân chính khiến năng suất tăng chậm lại không phải do tốc

độ đổi mới sáng tạo tại hầu hết các công ty tiên tiến nhất trên toàn cầu chậm lại, mà là do tốc độ phổ biến đổi mới sáng tạo trong toàn bộ nền kinh tế bị chậm lại. Kể từ cuộc khủng hoảng tài chính, đầu tư vào vốn hữu hình (máy móc, thiết bị, cơ sở hạ tầng vật chất) liên tục giảm cũng góp phần làm chậm tăng trưởng năng suất lao động. Nhưng điều đáng lo ngại hơn đó là sự chậm lại kể từ đầu những năm 2000 trong tích lũy nguồn vốn tri thức, bởi đây là cơ sở cho đổi mới sáng tạo và việc áp dụng sau đó.

Đầu tư dài hạn đóng một vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy tăng trưởng dựa trên đổi mới sáng tạo và tạo việc làm mới. Hầu hết đầu tư của công ty được tiến hành dựa vào lợi nhuận giữ lại, sự trông cậy vào tài chính bên ngoài tương đối nhỏ. Trong những năm gần đây, các công ty đã phân bổ một phần khá lớn lợi nhuận giữ lại, được hậu thuẫn nhờ cho vay với lãi suất thấp, cho các cổ đông dưới hình thức cổ tức và mua lại cổ phiếu. Sự phân bổ thu nhập như vậy làm giảm các khoản đầu tư “tăng trưởng” dài hạn của các công ty. Do đó, một thách thức chính sách lớn là thiết lập các biện pháp khuyến khích đầu tư dài hạn để bù đắp cho những xu hướng trong hệ thống tài chính nhằm đánh giá biên lợi nhuận trên cơ sở ngắn hạn.

▪ ***Trọng tâm kinh tế thế giới chuyển dịch sang phía Đông và Nam***

Trọng tâm kinh tế thế giới sẽ chuyển đổi sang phía Đông và Nam trong vòng 50 năm tới. Đến năm 2030, các nước đang phát triển được dự báo sẽ đóng góp 2/3 tăng trưởng toàn cầu và một nửa sản lượng toàn cầu và sẽ là những điểm đến chính của thương mại thế giới. Các nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc và Ấn Độ là những thị trường ngày càng quan trọng đối với các doanh nghiệp thuộc nhiều ngành. Tầng lớp trung lưu mới đang phát triển nhanh sẽ dẫn đến sự gia tăng tiêu thụ các sản phẩm tiêu dùng cơ bản và các hạng mục sản phẩm khác. Các yếu tố trọng cầu này cho thấy các nền kinh tế mới nổi có khả năng vẫn duy trì các địa điểm thuận lợi cho hoạt động sản xuất, làm giảm khả năng phải vận chuyển trở lại các nước OECD. Hơn nữa, tăng thu nhập và hình mẫu tiêu dùng thay đổi có nghĩa là hàng xuất khẩu công nghiệp từ Trung Quốc, Ấn Độ và các nền kinh tế châu Á

khác sẽ tăng lên trên thang giá trị gia tăng toàn cầu, trong khi sự chuyển đổi quan trọng theo hướng dịch vụ sẽ cho thấy Trung Quốc và các nền kinh tế mới nổi khác sẽ giành được tỷ trọng thương mại dịch vụ lớn từ các nước OECD trong dài hạn. Những thay đổi này sẽ kèm theo và bị chi phối một phần bởi đầu tư vào KHCN&ĐM. Ví dụ, chỉ tiêu NC&PT ở Trung Quốc đã vươn lên thứ hai thế giới, chỉ sau Hoa Kỳ.

▪ ***Công nghệ số sẽ tiếp tục gây đột phá các nền kinh tế***

Sự trưởng thành và hội tụ ngày càng tăng của công nghệ số có thể tác động sâu sắc đến năng suất, phân bổ thu nhập, phúc lợi và môi trường. Đến năm 2030, phần lớn các doanh nghiệp đều áp dụng kỹ thuật số, cho phép tích hợp các quy trình thiết kế sản phẩm, chế tạo và cung ứng với hiệu quả cao. Các công nghệ chế tạo đắp dần (in 3D) sẽ cho phép sản xuất theo kiểu may đo các loại sản phẩm nhất định phù hợp với nhu cầu của người dùng, trong khi IoT, phân tích dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo và công cụ học máy sẽ tạo khả năng phát triển máy móc thông minh, có thể điều chỉnh bằng các công nghệ cảm biến, với năng lực tính toán rẻ và sử dụng các thuật toán trong thời gian thực.

Chi phí thiết bị và tính toán sẽ tiếp tục giảm, trong khi sự hình thành các phương pháp phát triển nguồn mở sẽ tạo ra thêm nhiều cộng đồng người phát triển, không chỉ trong lĩnh vực phần mềm mà cả phần cứng và “phần ướt” (wetware), ví dụ như trong sinh học tổng hợp “tự làm” (do-it-yourself - DIY). Cơ hội sẽ nhiều hơn cho những người mới tham gia - bao gồm cả các cá nhân, các doanh nghiệp ngoài ngành và các nhà khởi nghiệp thành công trong các thị trường mới. Các công nghệ nhận dạng mẫu, như dữ liệu lớn và học máy, sẽ nâng cao khả năng đánh giá nhu cầu của người sử dụng và nhu cầu đổi mới tổng thể. Rủi ro và khoảng thời gian từ phát triển sản phẩm đến đưa ra thị trường dự đoán sẽ giảm, thúc đẩy gia tăng phát triển. Chi phí sản xuất liên quan đến đổi mới sẽ giảm trong các ngành công nghiệp chủ chốt, với điện toán đám mây và dịch vụ in 3D sẽ tạo cơ sở nền tảng cho các công ty mới. Chi phí phân phối sản phẩm sẽ tiếp tục giảm, kể cả chi phí tung ra các sản phẩm và dịch vụ mới. Những phát triển này còn có thể mang lại cho các nền kinh tế mới nổi nhiều cơ hội để đẩy nhanh sự

đuổi kịp công nghệ, có thể cho phép họ nhảy vọt lên các mức năng suất gần với mức đạt được tại các nước OECD.

Trong lĩnh vực dịch vụ, công nghệ số đã giúp hình thành các doanh nghiệp mới và hoạt động hiệu quả hơn, thúc đẩy tăng trưởng năng suất và tạo thuận lợi cho thương mại dịch vụ quốc tế. Ngành chế tạo công nghiệp ở các nước OECD ngày càng phát triển nhờ đầu vào dịch vụ để tạo ra giá trị và sự khác biệt giữa chế tạo và dịch vụ ngày càng trở nên mờ nhạt. Phần lớn sự tăng trưởng sản xuất trong tương lai được dự đoán sẽ xuất phát từ cái gọi là “manu-services”, đó là lĩnh vực kết hợp chế tạo tiên tiến với nhiều dịch vụ khác nhau. Sự tương tác ngày càng tăng và phức tạp giữa chế tạo và dịch vụ sẽ đòi hỏi phải có cái nhìn tổng hợp hơn về công nghiệp chế tạo và dịch vụ trong các chiến lược công ty, cũng như các thảo luận chính sách.

▪ *Sự gia tăng nền tảng kỹ thuật số*

Kinh tế nền tảng số đang nổi lên nhanh chóng. Vào 2015, các nhà khai thác nền tảng kỹ thuật số gần như chiếm ưu thế trong số top 15 công ty Internet lớn nhất thế giới được xếp hạng theo vốn hóa thị trường. Các nền tảng công nghệ rất đa dạng về loại hình và chức năng. Ví dụ: Chúng cung cấp nền tảng để xây dựng các ứng dụng (như Android của Google và iOS của Apple); hỗ trợ tìm kiếm và truyền thông xã hội (như Google và Facebook); cung cấp dịch vụ (như Airbnb và Uber); cung cấp các chợ giao dịch (như Amazon và eBay); và làm công việc trung gian (như Mechanical Turk và UpWork của Amazon). Các nền tảng kỹ thuật số giúp hạ thấp rào cản bước vào thị trường đối với các nhà cung cấp nhỏ. Kết hợp với nhau, các nền tảng công nghệ đang tổ chức lại nhiều loại thị trường, các sắp xếp công việc và cuối cùng là tạo ra giá trị và nắm bắt. Điều này có khả năng dẫn đến những phá vỡ về kinh tế và xã hội tạo nên những kẻ thắng và người thua.

Một khi các hệ thống nền tảng đạt đến tầm cỡ tới hạn, các ảnh hưởng bên ngoài hệ thống có thể bảo vệ vị trí và chức năng của nền tảng như những rào cản đối với các công ty hay các nền tảng khác. Các hiệu ứng mạng này chỉ ra rằng đổi mới liên quan đến nền tảng kỹ thuật số là một phiên bản mới của độc quyền tự nhiên, nơi có một

hoặc hai công ty trở nên nổi trội và có thể chiếm đoạt một phần giá trị lớn được tạo ra bởi tất cả người dùng trên nền tảng.

▪ *Việc làm trong tương lai*

Chi phí cho năng lực tính toán giảm và các tiến bộ khác trong công nghệ kỹ thuật số đã làm phân rã các thị trường lao động và làm cho một số nhân công trở nên dư thừa. Máy tính đã bắt đầu thay thế lao động để thực hiện các công việc rõ ràng, thông thường (có thể mã hóa) tuân theo các thủ tục chính xác và dễ hiểu như công việc văn phòng (ví dụ như kế toán) và một số hoạt động chân tay trong các dây chuyền sản xuất. Trong thời gian hiện tại, các nhiệm vụ khó mô tả như một tập hợp các bước và giới hạn trong những tình huống đặc biệt vẫn chưa được tự động hóa. Những nhiệm vụ này thường mang tính trừu tượng hơn và thường liên quan đến trực giác, tính sáng tạo, khả năng giải quyết vấn đề và thuyết phục. Tuy nhiên, tiến bộ trong học máy, và trí tuệ nhân tạo được dự đoán sẽ mở rộng khả năng tự động hóa nhiệm vụ và có thể dẫn đến những thay đổi mạnh mẽ hơn so với trước đây, đặc biệt là để đào sâu thêm việc làm và tiền lương. Nghiên cứu được thực hiện gần đây của OECD cho thấy khoảng một phần mười số việc làm trong OECD có nguy cơ tự động hóa cao. Đồng thời, những đổi mới này mang nhiều hứa hẹn tăng năng suất và mở ra các công việc mới thậm chí còn chưa hình dung được.

Công việc trở nên bị phân tán hơn và “phi chuẩn”, với số nhân công làm công việc bán thời gian gia tăng và sự nổi lên của cái gọi là “nền kinh tế tự do” (gig economy). Xu hướng này được thúc đẩy nhờ vào sự phát triển của các nền tảng trực tuyến kết nối một số lượng lớn người lao động tự do, những người sống ở những nơi khác nhau trên thế giới, được các công ty mời làm nhiều công việc khác nhau. Mặc dù các nền tảng như vậy mang lại tính linh hoạt cho người lao động và các công ty, nhưng chúng lại đặt ra một số câu hỏi khó về bảo vệ nơi làm việc và một công việc tốt sẽ như thế nào trong tương lai. Ngoài ra, hai trong số các thị trường lớn nhất cho các nền tảng này là Ấn Độ và Philippines, nơi có chi phí sinh hoạt thấp cho phép công nhân ở đây có thể chấp nhận mức lương thấp hơn những người lao động tương đương ở các quốc gia OECD. Điều này có thể dẫn đến một “cuộc chạy

đưa xuống đáy”, làm giảm mức lương thực và tăng bất bình đẳng ở các nước OECD.

1.7. Xã hội

▪ *Gia đình và hộ gia đình*

Trong những thập kỷ gần đây, các gia đình trong khu vực OECD đã trải qua quá trình chuyển đổi đáng kể. Gia đình lớn gồm nhiều thế hệ đã gần như biến mất ở nhiều quốc gia và gia đình truyền thống bao gồm một cặp vợ chồng với các con đã trở nên ít phổ biến hơn khi tỷ lệ ly hôn, sống chung, các cặp “sống riêng cùng nhau”, cha mẹ độc thân và sống chung đồng giới đã tăng lên. Di cư gia tăng, văn hóa và các giá trị ngày càng trở nên đa dạng, nhiều phụ nữ đảm nhận công việc hơn, thanh niên dành nhiều thời gian hơn cho giáo dục và đào tạo, người cao tuổi sống lâu hơn và nhiều tình trạng sống độc thân hơn. Các xu hướng này được dự đoán sẽ tiếp tục trong những thập kỷ tới, với sự gia tăng đáng kể ở nhiều nước OECD về: số hộ gia đình đơn thân (chiếm đến 30 - 40% tổng số hộ gia đình vào năm 2025 - 2030 ở nhiều nước), số hộ gia đình cha mẹ đơn thân (chiếm 30 - 40% số các hộ gia đình có con vào năm 2025 - 2030 ở một số nước) và các cặp vợ chồng không có con. Sự gia tăng số lượng các hộ gia đình không có con, tỷ lệ ly dị, tái hôn có thể làm suy yếu các mối quan hệ gia đình và xói mòn khả năng chăm lo gia đình, trong khi số lượng các hộ gia đình đơn thân ngày càng gia tăng sẽ gây áp lực đối với nhà ở. Từ triển vọng STI, các xu hướng gia đình này sẽ có những tác động đến tiêu dùng và nhu cầu đổi mới sáng tạo, trong khi lỗ hổng trong chăm sóc người cao tuổi sẽ làm tăng nhu cầu các công nghệ trợ sinh, bao gồm chăm sóc sức khỏe từ xa và robotics.

▪ *Thu hẹp khoảng cách giới*

Nhiều dấu hiệu cho thấy khoảng cách về giới đang hẹp dần, do sự tham gia ngày càng tăng của phụ nữ vào chính trị, tỷ lệ nữ giới theo học đại học và tham gia vào thị trường lao động cũng gia tăng. Ở trình độ đại học, bình đẳng giới đang đạt được những tiến bộ quan trọng. Ở hầu hết các nước OECD, phụ nữ đã chiếm ít nhất 50% số lượng sinh

viên đại học. Sự xuất hiện của các nhóm nữ có trình độ cao như vậy có ý nghĩa quan trọng đối với tăng trưởng kinh tế, thị trường lao động, đời sống gia đình, mẫu hình chăm sóc trẻ em và người cao tuổi. Ở các nước đang phát triển, tỷ lệ các trẻ em gái nhập học ở tất cả các cấp đã tăng đáng kể trong hai thập kỷ qua. Quan điểm lạc quan cho rằng vào giữa thế kỷ này, khoảng cách giới toàn cầu ở cấp tiểu học sẽ gần như biến mất, mặc dù các bé gái có thể vẫn còn ít được đi học hơn ở nhiều nước nghèo nhất thế giới. Trong lĩnh vực STI, trong khi có một số tiến bộ về khoảng cách giới, tỷ lệ các nhà khoa học nữ có xu hướng giảm do thâm niên tăng; số doanh nhân nam nhiều hơn nữ và tỷ lệ nữ điều hành một doanh nghiệp thực chất không tăng ở hầu hết các nước. Hầu hết nghiên cứu khoa học đều không coi giới tính là những biến số và coi nam giới là chuẩn mực, dẫn đến những kết quả sức khỏe và an toàn khác nhau cho phụ nữ và nam giới. Những khoảng cách còn tồn tại này dẫn đến việc sử dụng không đúng mức các kỹ năng của phụ nữ và hạn chế những lợi ích của khoa học ngày nay.

▪ *Xã hội kết nối hơn*

Công nghệ số đang biến đổi các xã hội, làm thay đổi cách mọi người sống, làm việc và giao tiếp. Ví dụ, trong thập kỷ tới, IoT sẽ làm cho các ngôi nhà, nơi làm việc và môi trường ngày càng trở nên rộng hơn (ví dụ như cơ sở hạ tầng đô thị tiên tiến) vì chúng được kết nối với nhau. Sự kết nối ở khắp mọi nơi này sẽ hỗ trợ, sắp xếp công việc linh hoạt hơn, mặc dù với những hậu quả không chắc chắn về cân bằng giữa công việc - cuộc sống. Đối với các nước đang phát triển, sự thâm nhập của Internet đang phát triển nhanh chóng, được hỗ trợ đáng kể bởi băng thông rộng di động. Ước tính trong giai đoạn bảy năm từ 2014 đến 2020, sẽ có thêm 1,1 tỷ người sử dụng điện thoại di động lần đầu tiên, hay 155 triệu mỗi năm, thuê bao băng rộng di động sẽ đạt 7,7 tỷ trên toàn cầu vào năm 2020.

▪ *Tầng lớp trung lưu và tiêu dùng toàn cầu*

Giàu sang và thu nhập tăng lên ở các nền kinh tế đang phát triển đi kèm với sự nổi lên của một tầng lớp trung lưu toàn cầu. Theo các

dự báo hiện nay, tầng lớp trung lưu của nền kinh tế toàn cầu dự đoán sẽ tăng hơn gấp đôi trong giai đoạn từ năm 2009 - 2030, từ 1,8 tỷ đến gần 5,0 tỷ người, chiếm khoảng 60% dân số thế giới. Khoảng 2/3 số công dân hạng trung này theo dự báo sẽ thuộc về châu Á. Với phạm vi chi tiêu rộng của tầng lớp trung lưu, một số nước có tầng lớp trung lưu giàu có hơn các nước khác. Ngày nay, tầng lớp trung lưu ở châu Âu và Bắc Mỹ chỉ chiếm hơn một nửa tổng số toàn cầu nếu tính về số người, nhưng chiếm gần 2/3 tổng chi tiêu của tầng lớp trung lưu thế giới. Và điều này đang thay đổi, tỷ trọng chi tiêu của tầng lớp trung lưu ở châu Á dự đoán sẽ tăng từ khoảng một phần tư chi tiêu trung lưu toàn cầu hiện nay lên gần 60% vào năm 2030, dẫn đến một sự thay đổi lớn từ chi tiêu cho các nhu cầu thiết yếu như thực phẩm và quần áo sang chi tiêu có lựa chọn cho các hạng mục như đồ dùng gia đình và tiệm ăn.

▪ ***Đô thị hóa***

Đến năm 2050, dân số đô thị được dự báo sẽ vượt quá 6 tỷ người - tăng từ dưới 1 tỷ vào năm 1950. Hầu như tất cả sự gia tăng dân số đô thị sẽ xảy ra ở các thành phố thuộc các nước đang phát triển, với gần 90% diễn ra ở châu Á và châu Phi. Các thành phố tạo điều kiện dễ dàng hơn cho sự phát triển này khi cung cấp các cơ sở hạ tầng năng lượng và nước hiện đại cho số lượng cư dân ngày càng tăng. Dựa vào những tiến bộ trong công nghệ cảm biến và kết nối thông qua tính toán hiệu suất cao, các khu đô thị ở các nền kinh tế tiên tiến hơn sẽ ngày càng trở thành các “thành phố thông minh”. Các mạng lưới và hệ thống giao thông, tiện ích sẽ ngày càng kết nối với nhau, qua đó hỗ trợ việc sử dụng bền vững và quản lý các nguồn lực.

Cùng lúc, tỷ lệ các nhóm thu nhập thấp được đô thị hóa ngày càng tăng trong những thập kỷ tiếp theo, do đó ở một số khu vực, tăng trưởng đô thị sẽ gần như đồng nghĩa với sự hình thành các khu nhà ổ chuột. Các khu đô thị ổ chuột có tình trạng nhà ở không hợp tiêu chuẩn và các dịch vụ về nước, vệ sinh và quản lý chất thải không thỏa đáng, tất cả đều dẫn đến những hậu quả tiêu cực đối với sức khỏe con người và môi trường. Những khu vực như vậy cũng dễ xảy ra xung đột và bất ổn xã hội.

1.8. Y tế, bất bình đẳng và phúc lợi

- ***Phân bố của cải và thu nhập:*** hướng đến hội tụ toàn cầu

Ngoại trừ những thảm họa toàn cầu lớn và mặc dù tốc độ tăng trưởng toàn cầu chậm lại, thế giới dường như vẫn giàu có hơn vào giữa thế kỷ này. GDP thế giới dự kiến sẽ tăng gấp ba lần vào năm 2060, thu nhập bình quân đầu người cũng tăng nhanh chóng và tích tụ của cải được dự đoán cũng sẽ tiếp tục tăng nhanh. Nhưng liệu đó có phải là một thế giới tốt hơn hay không còn phụ thuộc rất nhiều vào việc thu nhập và của cải được phân bố như thế nào trên toàn cầu và trong các quốc gia. Hiện tại, khoảng cách giàu sang giữa các nền kinh tế phát triển và đang phát triển vẫn còn lớn, mặc dù có thu hẹp trong nhiều thập kỷ. Cho đến năm 2060, chênh lệch về GDP bình quân đầu người được cho là sẽ tiếp tục thu hẹp giữa các nước; Mức thu nhập bình quân đầu người của các nền kinh tế nghèo nhất hiện nay sẽ tăng hơn bốn lần (tính theo sức mua tương đương năm 2005), trong khi chỉ tăng gấp đôi ở các nền kinh tế giàu nhất; Trung Quốc và Ấn Độ được dự đoán sẽ có thu nhập bình quân đầu người tăng hơn gấp 7 lần. Sự hội tụ kinh tế này trong hầu hết các trường hợp trùng khớp với gia tăng năng lực STI ở các nền kinh tế mới nổi và đang phát triển. Năng lực này có thể đạt được bằng nhiều cách khác nhau, đáng chú ý là thông qua các khoản đầu tư cho giáo dục và NC&PT tại các trường đại học và các trung tâm nghiên cứu. Kết nối với các nguồn tri thức nước ngoài, ví dụ như thông qua thương mại, FDI, luân chuyển nhân lực và hợp tác NC&PT, cũng có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc nâng cấp công nghệ của các nền kinh tế mới nổi.

- ***Sự phân rẽ cục bộ về thu nhập và của cải***

Trong những năm tới, bất bình đẳng tại các quốc gia sẽ gây ra những rủi ro về chính trị, xã hội và kinh tế. Ở phần lớn các nước tiên tiến, khoảng cách giữa người giàu và người nghèo đã đạt đến mức cao nhất trong ba thập kỷ. Hiện nay, 10% dân số giàu nhất trong khu vực OECD có thu nhập cao gấp gần 10 lần thu nhập của 10% dân số nghèo nhất, tăng lên so với 7 lần trong những năm 1980, mặc dù tỷ lệ này rất khác nhau giữa các nước OECD. Dân số trong độ tuổi lao động, kể cả các gia đình có con, là những người phải chịu gánh nặng

bất bình đẳng gia tăng, đi kèm với tình trạng thất nghiệp gia tăng trong những năm gần đây. Chênh lệch về thu nhập lớn hơn đồng hành với sự thay đổi về độ tuổi của người có thu nhập thấp, với những người trẻ tuổi thay thế cho người cao tuổi trở thành nhóm có nguy cơ rơi vào tình trạng nghèo đói, xu hướng này đã bắt đầu xuất hiện từ giữa những năm 1980.

Các phân tích gần đây cho thấy bất bình đẳng gia tăng trong thu nhập và của cải có thể vẫn tiếp diễn trong nhiều năm tới. Trong trường hợp các nền kinh tế mới nổi và đang phát triển, với hơn hai phần ba số quốc gia, chiếm 86% dân số các nước đang phát triển, sẽ phải đương đầu với bất bình đẳng gia tăng. Đối với nhiều người, triển vọng trợ giúp lâu dài đặc biệt ảm đạm: vào năm 2030, khoảng 2/3 số người nghèo trên thế giới có thể sống ở các quốc gia thu nhập thấp.

Trong chùng mực mà thay đổi công nghệ và đổi mới sáng tạo có thể làm thay đổi cách thức triển khai nguồn vốn và lao động trong nền kinh tế, chúng có những ảnh hưởng đến sự phân bố thu nhập. Đổi mới sáng tạo sẽ làm tăng bất bình đẳng vì lợi ích chủ yếu đổ dồn vào các nhà đổi mới và có thể cả khách hàng của họ. Để tất cả những người tham gia trong xã hội được hưởng lợi, phổ biến đổi mới sáng tạo là việc làm cần thiết. Liên quan đến việc làm, hầu hết các công nghệ mới đều đòi hỏi phải sử dụng trình độ kỹ năng cao hơn mức kỹ năng của các công nghệ mà chúng thay thế, điều này được gọi là “sự thay đổi công nghệ thiên về kỹ năng”. Bên cạnh đó công nghệ có thể trực tiếp thúc đẩy hòa nhập xã hội và tăng trưởng kinh tế. Hơn nữa, những khái niệm mới như đổi mới xã hội, đổi mới tận tiện, đổi mới hòa nhập và tinh thần khởi nghiệp xã hội đang dẫn tới các mô hình kinh doanh sáng tạo mới và có thể đưa đến một cách tiếp cận toàn diện hơn đối với đổi mới sáng tạo.

▪ *Trình độ giáo dục gia tăng*

Cơ hội tiếp cận giáo dục và tiếp thu kiến thức và kỹ năng sẽ là một trong những giải pháp quan trọng nhất để cải thiện đời sống - không chỉ ở các nền kinh tế tiên tiến, mà còn và đặc biệt là ở các nước đang phát triển. Trình độ học thức giáo dục trung bình ở các nước đang phát triển sẽ tăng nhanh hơn so với ở các nền kinh tế tiên tiến,

khoảng cách giữa hai khối nước này sẽ thu hẹp dần. Số sinh viên trên toàn cầu theo học chương trình đại học được dự báo sẽ tăng hơn gấp đôi, lên 262 triệu vào năm 2025. Gần như tất cả sự tăng trưởng này sẽ diễn ra ở các nước đang phát triển, với hơn một nửa ở Trung Quốc và Ấn Độ. Do đó, vào giữa thế kỷ này, có khả năng phần lớn tầng lớp trẻ tuổi trên thế giới sẽ đều có bằng đại học hoặc cao đẳng. Ở hầu hết các nước OECD, tỷ lệ dân số có bằng đại học vào năm 2025 có thể tăng lên, thậm chí tăng mạnh trong một số trường hợp.

▪ *Bệnh truyền nhiễm*

Các ranh giới chia cách có thể tồn tại trong một thời gian không chỉ đối với công nghệ, giáo dục, thu nhập và của cải, mà cả về sức khỏe. Các hệ thống chăm sóc sức khỏe tương lai sẽ phải đối mặt với nhiều thách thức ngày càng tăng, nhất là bức tranh toàn cảnh về bệnh tật đang thay đổi nhanh chóng. Tiến bộ đã đạt được trong cuộc chiến chống một số bệnh truyền nhiễm như bệnh lao, HIV/AIDS và sốt rét. Tỷ lệ tử vong do HIV/AIDS đã giảm đáng kể trong những năm gần đây và số ca tử vong do bệnh lao (95% trong số đó xảy ra ở các nước có thu nhập thấp và trung bình) đang suy giảm, mặc dù rất chậm. Khoảng một nửa dân số thế giới có nguy cơ mắc bệnh sốt rét (với 90% số ca tử vong do sốt rét xảy ra ở châu Phi). Tuy nhiên, từ 2000 đến 2013, việc mở rộng các biện pháp can thiệp đã giúp giảm được 30% tỷ lệ mắc bệnh sốt rét trên toàn cầu và 34% ở châu Phi. Trong cùng thời kỳ, tỷ lệ tử vong do sốt rét giảm khoảng 47% trên toàn thế giới và 54% ở châu Phi. Nhờ các biện pháp can thiệp mà tỷ lệ tuổi thọ đã tăng lên và hội tụ trên khắp thế giới. Tuy nhiên, các xu hướng đang diễn ra trong xã hội cho thấy tiến bộ trong việc phòng chống bệnh truyền nhiễm trong tương lai có thể trở nên khó thực hiện hơn. Đô thị hóa đang tiếp tục gia tăng nhanh ở các nước đang phát triển; biến đổi khí hậu đang ảnh hưởng đến các mẫu hình địa lý truyền bệnh của người và động vật (ví dụ như bệnh sốt rét); du lịch quốc tế phát triển; và mức di cư toàn cầu sẽ không giảm.

Nhưng có lẽ xu hướng đáng lo ngại nhất trong việc phòng chống các bệnh truyền nhiễm đó là kháng thuốc kháng sinh. Loại thuốc này đang được sử dụng rộng rãi ở cả người và gia súc theo cách có lợi cho

chọn lọc và lây lan vi khuẩn kháng thuốc. Ví dụ ở Hoa Kỳ, việc sử dụng kháng sinh trong ngành chăn nuôi chiếm khoảng 80% tổng tiêu dùng hằng năm. Từ năm 2010 đến 2030, tiêu thụ toàn cầu các loại kháng sinh trong ngành chăn nuôi dự đoán sẽ tăng khoảng 67%. Với việc sử dụng như vậy, thuốc kháng sinh đã trở nên kém hiệu quả hoặc thậm chí không hiệu quả. Tình trạng khẩn cấp về an ninh y tế toàn cầu đang tăng nhanh, vượt quá cả các phương án điều trị hiện có.

▪ ***Bệnh không lây nhiễm và bệnh thần kinh***

Mặc dù số ca tử vong hằng năm do bệnh truyền nhiễm được dự đoán sẽ giảm nhưng tổng số ca tử vong hằng năm do các bệnh không lây nhiễm (non-communicable diseases - NCD) sẽ tăng từ 38 triệu người năm 2012 lên 52 triệu vào năm 2030. Bệnh NCD bị tác động mạnh bởi các yếu tố như dân số già hóa, đô thị hóa không có kế hoạch và toàn cầu hóa lối sống không lành mạnh. Trong khi nhiều căn bệnh mãn tính phát triển chậm thì những thay đổi về lối sống và hành vi đang diễn ra nhanh và lan rộng. Những nguyên nhân tử vong hàng đầu do NCD vào năm 2012 là các bệnh về tim mạch, ung thư, bệnh hô hấp và tiểu đường. Bốn loại bệnh NCD này là nguyên nhân của 82% số ca tử vong do NCD. Bệnh NCD gây ảnh hưởng bất cân đối đến các quốc gia có thu nhập thấp và trung bình và các dự báo hiện tại chỉ ra rằng đến năm 2020, sự gia tăng tỷ lệ tử vong do NCD lớn nhất sẽ xảy ra ở châu Phi và các nước có thu nhập thấp và trung bình.

Các căn bệnh thần kinh được dự báo sẽ tăng mạnh trong những thập kỷ tới, bị tác động đặc biệt bởi tuổi thọ tăng và xã hội già hóa tăng nhanh. Ví dụ, Tổ chức Alzheimer's Quốc tế (ADI) ước tính rằng 46,8 triệu người trên thế giới mắc chứng sa sút trí tuệ vào năm 2015 và con số này sẽ tăng gấp đôi sau mỗi 20 năm, đạt 76 triệu vào năm 2030 và 135 triệu vào năm 2050. Hiện tại, 58% tổng số những người mắc bệnh mất trí nhớ sống ở các quốc gia có thu nhập thấp hoặc trung bình. Tỷ lệ này theo ước tính tăng lên 63% vào năm 2030 và 68% vào năm 2050.

▪ ***Tiến bộ trong nghiên cứu y học và công nghệ***

Tuổi thọ gia tăng và chất lượng cuộc sống được cải thiện trong thế kỷ qua chủ yếu nhờ vào đóng góp của những thành quả nghiên cứu

và đổi mới trong lĩnh vực y sinh nhằm điều trị các căn bệnh hiểm nghèo và chứng bệnh suy nhược. Tuy nhiên, những thách thức đối với y tế toàn cầu trong những thập kỷ tiếp theo là rất lớn. Nhưng chính phạm vi của những thách thức liên quan đến thế giới đang phát triển và cả các nền kinh tế tiên tiến đã tạo ra nhiều cơ hội cho các phương pháp y học mới và tiên tiến, các phép trị liệu chuyên môn hóa, các loại thuốc và giải pháp công nghệ mới, cũng như việc triển khai và áp dụng các hệ thống dự phòng, phối hợp và quản lý chăm sóc sức khỏe. Nghiên cứu dược phẩm đang bước vào một kỷ nguyên khoa học mở mới và sử dụng các công nghệ hội tụ để khám phá những cơ chế di truyền và sinh hóa của bệnh tật. Những tiến bộ công nghệ trong lập trình tự ADN, các công nghệ omics, sinh học tổng hợp và chỉnh sửa gen đã mang lại cho các nhà nghiên cứu các công cụ mới để giải mã và điều trị bệnh không lây nhiễm mãn tính. Công nghệ số - bao gồm cả IoT (ví dụ: cảm biến y học, định lượng chuyển động...), phân tích dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo sẽ làm tăng mạnh số lượng dữ liệu y học và nâng cao năng lực phân tích dữ liệu trong dịch vụ ra quyết định. Các công nghệ robot và thần kinh cũng có khả năng được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực y tế. Mặc dù vẫn còn ở quy mô nhỏ và hạn chế, nhưng các nhóm khoa học DIY và cộng đồng các nhà chế tạo có thể sẽ ngày càng tham gia vào lĩnh vực chăm sóc sức khỏe, được tạo khả năng bằng các công nghệ tiên tiến chi phí thấp như sinh học tổng hợp và chế tạo in 3D cho phép họ nghiên cứu và phát triển các liệu pháp chữa bệnh và thiết bị y tế riêng của mình.

II. CÁC XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ TƯƠNG LAI

Thay đổi công nghệ là một xu hướng lớn, tự thân có ý nghĩa rất quan trọng, không ngừng tác động đến kinh tế và xã hội và thường theo cách triệt để. Quy mô của công nghệ - về khía cạnh hình thức, cơ sở tri thức và các lĩnh vực ứng dụng - là vô cùng rộng lớn và đa dạng, nó tương tác với nền kinh tế và xã hội theo những cách phức tạp và đồng tiến hóa. Các yếu tố này tạo nên tính không chắc chắn lớn đáng kể về các định hướng và tác động tương lai của thay đổi công nghệ, nó cũng tạo cơ hội cho các doanh nghiệp, các ngành, các chính phủ và công dân có thể định hình sự phát triển và áp dụng công nghệ. Có nhiều cách khác nhau để đánh giá công nghệ, như phân tích xu hướng, đánh giá, thực hành dự báo và cảnh báo có thể cung cấp các đầu vào hữu ích trong các dự báo thay đổi công nghệ.

40 công nghệ được nhận dạng phổ biến nhất và được chia thành 4 nhóm: *công nghệ sinh học* (bao gồm: tin sinh học; y học cá nhân hóa; tế bào gốc; công nghệ giám sát sức khỏe; y tế và chụp ảnh sinh học; y học tái tạo và kỹ thuật mô; công nghệ thần kinh; xúc tác sinh học; chip sinh học và cảm biến sinh học; và sinh học tổng hợp), *vật liệu tiên tiến* (vật liệu nano; vật liệu chức năng; thiết bị nano; chế tạo đắp dần; và ống nano cacbon và graphen), *công nghệ số* (điện toán đám mây; quang tử và công nghệ ánh sáng; blockchain; robotics; điện toán lượng tử; điện toán lưới; mô phỏng bằng mô hình và thiết kế trò chơi; trí tuệ nhân tạo; Internet vạn vật; và phân tích dữ liệu lớn) và *năng lượng và môi trường* (lưới điện thông minh; vệ tinh nano và siêu nhỏ; nhiên liệu sinh học; xe tự hành; năng lượng vi mô; pin nhiên liệu; máy bay tự lái; xe điện; công nghệ tích trữ năng lượng tiên tiến; tích trữ và thu năng lượng, quang điện; công nghệ tuabin gió; năng lượng hydro; và công nghệ năng lượng thủy triều và năng lượng đại dương). Dưới đây là các đặc điểm chính, động lực phát triển và triển vọng của 10 trong số 40 công nghệ nêu trên.

2.1. Internet vạn vật

Internet vạn vật (Internet of Things - IoT) có triển vọng tạo nên một xã hội kết nối bằng số, tác động sâu sắc đến tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế và xã hội. Mặc dù có tiềm năng rất lớn để hỗ trợ phát triển nhân lực, xã hội và môi trường nhưng cũng cần phải áp dụng một số biện pháp an toàn để bảo vệ dữ liệu và an ninh.

▪ *Khái niệm*

Internet vạn vật bao gồm các thiết bị và các đối tượng, có trạng thái có thể thay đổi thông qua Internet, có hoặc không có sự tham gia chủ động của các cá nhân. Thuật ngữ này có nghĩa rộng hơn các thiết bị kết nối Internet truyền thống, như máy tính xách tay và điện thoại thông minh, bởi nó bao gồm tất cả các loại vật thể và các cảm biến hiện hữu trong các không gian công cộng, nơi làm việc, các ngôi nhà, chúng thu thập và trao đổi dữ liệu với nhau và với con người. IoT thực sự là một Internet của vạn vật bởi vì, ngoài việc kết nối mọi thứ, nó còn cho phép các kết nối bằng số giữa các thành phần khác trong thế giới tự nhiên như con người, động vật, không khí và nước. Các bộ cảm biến và truyền động kết nối hệ thống trong IoT phục vụ cho việc giám sát sức khỏe, vị trí và các hoạt động của con người và động vật và hiện trạng quy trình sản xuất và môi trường tự nhiên, cùng với các ứng dụng khác. IoT có liên quan chặt chẽ đến phân tích dữ liệu lớn và điện toán đám mây. Trong khi IoT thu thập dữ liệu và hoạt động dựa trên các nguyên tắc cụ thể, điện toán đám mây tạo dung tích để lưu trữ dữ liệu và phân tích dữ liệu lớn cho phép xử lý dữ liệu và ra quyết định. Kết hợp lại với nhau, các công nghệ này có thể tạo khả năng cho các hệ thống thông minh và máy móc tự hành.

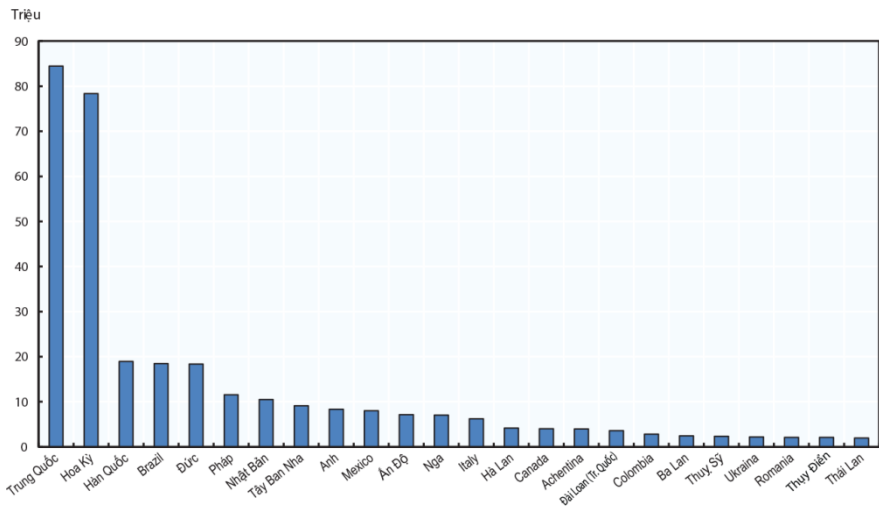
▪ *Internet vạn vật đang phát triển nhanh chóng*

Số lượng thiết bị kết nối ở trong và xung quanh nhà của người dân ở các nước OECD có thể sẽ tăng từ 1 tỷ vào năm 2016 lên 14 tỷ vào năm 2022. Năm 2015, Trung Quốc với 84.435.197 triệu thiết bị kết nối và Hoa Kỳ với 78.375.636 triệu thiết bị kết nối đã trở thành hai quốc gia có số lượng thiết bị kết nối nhiều nhất thế giới (Hình 2.1). Đến năm 2030, ước tính có khoảng 8 tỷ người và 25 tỷ thiết bị “thông

minh” được kết nối với nhau và xen lẫn trong một mạng thông tin khổng lồ. Các ước tính khác cho rằng đến năm 2020 có khoảng từ 50 đến 100 tỷ thiết bị kết nối trong và xung quanh nhà của người dân. Kết quả là sự nổi lên của một “siêu tổ chức” khổng lồ, hùng mạnh, trong đó Internet tượng trưng cho “hệ thống thần kinh số toàn cầu”.

▪ **Internet vạn vật sẽ làm thay đổi xã hội**

Internet vạn vật được thiết lập để tạo khả năng về một xã hội tương tác số, siêu kết nối. Tác động kinh tế của nó được ước tính trong khoảng từ 2,7 nghìn tỷ đến 6,2 nghìn tỷ USD mỗi năm vào năm 2025. IoT có ý nghĩa sâu sắc đối với mọi khía cạnh và các lĩnh vực của nền kinh tế, tác động lớn nhất được dự báo là đối với các ngành y tế, chế tạo, các lĩnh vực công nghiệp nối mạng và chính quyền địa phương.



Hình 2.1. 24 nước đứng đầu sử dụng thiết bị kết nối năm 2015

Nguồn: OECD (2015a), OECD Digital Economy Outlook 2015

Y tế và chăm sóc sức khỏe: IoT tạo ra các cơ hội để cung cấp dịch vụ chăm sóc sức khỏe tốt hơn và giúp cải thiện sức khỏe bằng cách kết nối các bộ cảm biến bên trong và bên ngoài cơ thể với các thiết bị giám sát sức khỏe cá nhân và các hệ thống y tế chuyên nghiệp. Cụ thể, các thiết bị này sẽ cho phép theo dõi từ xa bệnh nhân ở nhà và nơi làm việc. Mạng Internet kết nối các vật thể sinh học nano giám sát và quản lý mối nguy hại sức khỏe bên trong và ngoài có thể sẽ hình

thành. Đặc biệt, việc điều trị bệnh nhân mắc bệnh mãn tính được dự báo sẽ hiệu quả hơn.

Chế tạo thông minh: IoT cũng sẽ ảnh hưởng đến sản xuất công nghiệp bằng cách cải tiến hoạt động của nhà máy và quản lý rủi ro trong chuỗi cung ứng. Các quy trình kinh doanh hiện tại, như cung cấp sản phẩm, quản lý hàng tồn kho và bảo dưỡng máy móc, sẽ thay đổi một cách căn bản. Phế thải và thất thoát có thể sẽ được giảm đáng kể bằng cách sử dụng các bộ cảm biến và bộ ngắt mạch. IoT cung cấp dữ liệu và công cụ để tạo ra thông tin về chuỗi cung ứng toàn diện. Kết hợp với những tiến bộ về công nghệ robot, IoT có thể dẫn đến quy trình sản xuất hoàn toàn tự động, từ việc tùy chỉnh các thông số theo yêu cầu người sử dụng đến khâu giao hàng cuối cùng.

Các hệ thống năng lượng: Các mạng lưới điện thông minh hỗ trợ bởi IoT với các thiết bị đo năng lượng thông minh cho phép liên lạc hai chiều giữa người tiêu dùng và mạng lưới năng lượng. Các lưới điện thông minh sẽ giúp cắt giảm chi phí vận hành và giảm sự cố lưới điện và lãng phí điện bằng cách cung cấp thông tin thời gian thực về trạng thái của lưới điện. Hơn nữa, IoT sẽ cho phép người tiêu dùng có được thông tin trong thời gian thực về việc sử dụng năng lượng và sẽ khuyến khích họ quản lý mức tiêu thụ của mình dựa trên các chương trình định giá thông minh (đã được thực hiện ở Hoa Kỳ) nhằm khuyến khích sử dụng năng lượng thấp hơn trong thời gian cao điểm.

Hệ thống giao thông: IoT có triển vọng rất lớn trong việc cải tiến quản lý giao thông và an toàn đường bộ. Các bộ cảm biến được gắn vào các phương tiện và các bộ phận trong cơ sở hạ tầng đường bộ có thể kết nối với nhau, do đó tạo ra thông tin về lưu lượng giao thông và hiện trạng kỹ thuật của phương tiện và cơ sở hạ tầng đường bộ. Điện thoại thông minh hiện đã được các nhà cung cấp định vị tích cực sử dụng để theo dõi việc sử dụng đường bộ và cung cấp cho người dùng thông tin cập nhật về giao thông trong thời gian thực. Đền giao thông và các hệ thống phí giao thông có thể thích nghi tốt hơn với việc sử dụng đường thực tế, các dịch vụ cấp cứu có thể được kích hoạt tự động và bảo vệ chống trộm xe có thể được tăng cường.

Các thành phố thông minh và cơ sở hạ tầng đô thị: Ngoài các mạng lưới thông minh và tối ưu hóa giao thông, IoT nắm giữ triển vọng nâng cao hiệu quả hoạt động của các thành phố. Các bộ cảm biến gắn trong thùng rác và trong cơ sở hạ tầng quản lý nước cho phép hợp lý hóa việc thu gom rác thải và có thể cải thiện công tác quản lý nước. Hơn nữa, người dân có thể sử dụng các dịch vụ định vị trên điện thoại di động để đóng góp cho thành phố (ví dụ để thông báo về những thiệt hại đường giao thông và các loại cơ sở hạ tầng khác) cũng như cung cấp cho các nhà quy hoạch đô thị những hiểu biết mới về việc sử dụng đường giao thông công cộng.

Chính phủ thông minh: Cũng như trong trường hợp các quy trình sản xuất, các hệ thống giám sát trong thời gian thực và hệ thống thông minh dựa trên IoT có thể mang lại lợi ích cho khu vực công. Chính phủ thông minh kết hợp các công nghệ thông tin, truyền thông và vận hành để lên kế hoạch và quản lý các hoạt động ở các cấp chính quyền khác nhau để tăng hiệu quả và cung cấp các dịch vụ công tốt hơn. Các nhà hoạch định chính sách có thể sử dụng lượng dữ liệu lớn tạo ra bởi IoT để thiết kế các công cụ phản hồi và thích ứng với giám sát và đánh giá thời gian thực.

Sự phát triển hơn nữa của IoT gặp khó khăn do chi phí CNTT cao và các nhu cầu kỹ năng mới nổi

Internet vạn vật sẽ phát triển nhanh chóng và hiệu quả như thế nào trong 15 năm tới phụ thuộc phần lớn vào việc mở rộng băng thông rộng cố định và di động và giảm chi phí thiết bị. Ngoài ra, để tối ưu hóa tiềm năng của IoT, doanh nghiệp và chính phủ sẽ phải xây dựng năng lực để có thể xử lý các dữ liệu lớn và đa dạng được tạo ra. Các dữ liệu lớn do IoT tạo ra sẽ có ít giá trị nếu thông tin không được trích xuất và phân tích. Về phần này, phân tích dữ liệu cung cấp một tập hợp các công cụ và phương pháp có thể sử dụng để trích xuất thông tin từ dữ liệu. Điều này bao gồm khai phá dữ liệu (xác định mẫu hình từ tập dữ liệu), mô tả (xây dựng hồ sơ và phân loại các thực thể dựa trên các thuộc tính), thu thập tin tức kinh doanh (báo cáo định kỳ các chỉ số hoạt động quan trọng cho quản lý quy trình), học máy (các

thuật toán tự cải tiến thực hiện các nhiệm vụ nhất định) và phân tích trực quan (công cụ và kỹ thuật để trực quan hóa dữ liệu). Các kỹ năng phân tích dữ liệu là tài sản quan trọng cho tương lai và không chỉ đối với tăng trưởng: bất bình đẳng xã hội có khả năng trầm trọng hơn nếu khoảng cách tiếp tục gia tăng giữa những người có thể và người không thể theo kịp sự phát triển của IoT.

▪ ***Tiếp tục tồn tại những bất ổn định về công nghệ***

Những phát triển đan xen lẫn nhau giữa các lĩnh vực dữ liệu lớn, đám mây, giao tiếp máy - máy và cảm biến đã thúc đẩy sự phát triển IoT. Tác động của IoT đặc biệt phụ thuộc vào sự phát triển các công nghệ mới và nổi trội trong phân tích dữ liệu lớn và trí tuệ nhân tạo. Đồng thời, cảm biến, máy tính, thiết bị truyền động và các loại thiết bị khác cũng cần phải có khả năng liên lạc với nhau thật hiệu quả để cho IoT phát triển. Tuy nhiên, bối cảnh thuận lợi của IoT đã thúc đẩy một số tiêu chuẩn cạnh tranh trong các giải pháp kết nối và không dây, các nền tảng và ứng dụng phần mềm, làm phát sinh các vấn đề về tính tương kết. Theo thời gian, các quy trình do thị trường chi phối được hy vọng là sẽ làm cho các quy trình này hội tụ thành một số nhỏ hơn các giải pháp hiệu quả.

▪ ***Tâm điểm của các mối quan tâm là vấn đề về lòng tin***

An ninh và sự bảo mật riêng tư được coi là những rủi ro quan trọng nhất liên quan đến IoT. Các hacker có thể thay đổi từ xa các vật thể kết nối như lưới điện hoặc xe không người lái hoặc sửa đổi dữ liệu do IoT tạo ra. Độ tin cậy của hệ thống là một vấn đề lớn, vì cuộc sống của con người có thể phụ thuộc vào sự việc truyền dữ liệu thành công, đôi khi trong thời gian thực. Vấn đề chính của sự ứng dụng và có lẽ chính khái niệm riêng tư cũng bị thách thức bởi luồng dữ liệu nhạy cảm gần như liên tục mà hàng tỷ bộ cảm biến có mặt ở mọi nơi sẽ sản sinh ra. Hơn nữa, các thiết bị trong IoT có thể trở thành phần nối dài của cơ thể và trí óc con người. Quyền tự trị của con người và cơ quan có thể chuyển đổi hoặc ủy thác cho IoT, với những nguy cơ tiềm ẩn đối với bảo mật riêng tư và an ninh của người dùng.

Mâu thuẫn với các quy định hiện hành và sự bất ổn định trong điều hành có thể tác động như những tắc nghẽn khi áp dụng các dịch vụ IoT ở các quốc gia khác nhau. Khía cạnh quốc tế của IoT làm tăng thêm sự phức tạp do các vật thể và các thiết bị có thể được điều khiển từ xa ở nước ngoài, trong khi sự kiện tụng lại nằm trong khuôn khổ luật pháp quốc gia.

2.2. Phân tích dữ liệu lớn

Công cụ và kỹ thuật phân tích là cần thiết để hiện thực hóa những triển vọng của dữ liệu lớn. Những tác động kinh tế xã hội là rất lớn, tuy nhiên một thách thức chính sách lớn đó là làm cân bằng giữa sự cần thiết phải mở cửa với những mối đe dọa mà việc “dữ liệu hóa” quá mức đời sống xã hội có thể gây ra cho bảo mật, an ninh, công bằng và toàn vẹn.

▪ *Tạo ý nghĩa và giá trị của dữ liệu lớn*

Phân tích dữ liệu lớn được định nghĩa là một tập hợp các kỹ thuật và công cụ dùng để xử lý và diễn giải số lượng lớn dữ liệu được tạo ra từ sự gia tăng số hóa nội dung, giám sát các hoạt động của con người và sự phổ biến của IoT. Nó có thể được sử dụng để suy luận các mối quan hệ, thiết lập phần phụ thuộc và thực hiện dự đoán về kết quả và hành vi. Một số loại phân tích dữ liệu cho phép trích xuất thông tin từ dữ liệu bằng cách phân tích ngữ cảnh và kiểm tra cách tổ chức và cấu trúc. Khai phá dữ liệu bao gồm một tập hợp các công nghệ quản lý dữ liệu, các kỹ thuật tiền xử lý (làm sạch dữ liệu) và các phương pháp phân tích nhằm phát hiện các hình thức thông tin từ các bộ dữ liệu. Kỹ thuật định hình (profiling) tìm cách xác định các mô hình trong các thuộc tính của một thực thể cụ thể (ví dụ như khách hàng hoặc đơn đặt hàng sản phẩm) và phân loại chúng. Các công cụ kinh doanh thông minh nhằm giám sát các chỉ số hoạt động quan trọng và lập các báo cáo chuẩn mực một cách đều đặn phục vụ cho các quyết định quản lý. Học máy bao gồm thiết kế, phát triển và sử dụng các thuật toán vừa thực hiện một nhiệm vụ nhất định đồng thời có thể “học” cách để nâng cao hiệu năng. Phân tích trực quan là các công cụ và kỹ thuật cho phép quan trắc, diễn giải và truyền đạt thông qua các biểu đồ và hình ảnh tương tác.

Phân tích dữ liệu lớn mở ra các cơ hội tăng năng suất, thúc đẩy tăng trưởng toàn diện hơn và đóng góp vào phúc lợi của người dân. Các công ty, chính phủ và cá nhân ngày càng có thể tiếp cận những khối lượng dữ liệu lớn chưa từng có trước đây, giúp cho việc ra quyết định trong thời gian thực bằng cách kết hợp một phạm vi rộng thông tin từ nhiều nguồn khác nhau. IoT và sự gia tăng liên tục về khối lượng lưu trữ và tốc độ xử lý các dữ liệu có thể truy cập và khai thác sẽ thúc đẩy nhanh hơn sự phát triển phân tích dữ liệu lớn.

- ***Dữ liệu lớn sẽ mang lại cơ hội lớn cho các doanh nghiệp và người tiêu dùng***

Khai thác dữ liệu lớn sẽ trở thành một yếu tố quyết định đối với đổi mới sáng tạo và khả năng cạnh tranh của các doanh nghiệp. Một mặt, nó cho phép các công ty theo dõi chặt chẽ và tối ưu hóa các hoạt động, không chỉ bằng cách tập hợp khối lượng dữ liệu lớn về quá trình sản xuất hoặc cung cấp dịch vụ, mà còn về những cách khách hàng tiếp cận họ và đặt các đơn hàng. Mặt khác, nó cung cấp cho người tiêu dùng nhiều sản phẩm và dịch vụ cá nhân hóa, được thiết kế theo nhu cầu của riêng họ. Sự phong phú của các ứng dụng thị trường tiềm năng được phản ánh qua số lượng đầu tư ngày càng tăng vào phân tích dữ liệu lớn và các công nghệ liên quan (IoT, máy tính lượng tử và viễn thông). Số lượng hồ sơ đăng ký sáng chế về các công nghệ này đã tăng với tốc độ hai con số trong những năm gần đây.

- ***Dữ liệu lớn tạo ra nhiều cơ hội cho khu vực công***

Phân tích dữ liệu lớn có khả năng đưa đến sự cải thiện đáng kể hiệu quả hành chính công. Việc thu thập và phân tích những khối lượng dữ liệu lớn của khu vực công có thể dẫn đến các chính sách và dịch vụ công tốt hơn của chính phủ, góp phần nâng cao hiệu suất và năng suất của khu vực công. Ví dụ, phân tích dự báo có thể tạo điều kiện cho việc xác định các nhu cầu mới nổi của chính phủ và xã hội. Dữ liệu mở từ khu vực công cũng có thể được các công ty tư nhân khai thác thương mại. Nó đại diện cho một nguồn lực quan trọng để xây dựng lòng tin của công chúng bằng cách tăng cường tính công khai, minh bạch, sẵn sàng đáp ứng và trách nhiệm giải trình của khu vực công. Thông qua phân tích dữ liệu lớn, các công dân có thể đưa ra

các quyết định có hiểu biết hơn và tham gia tích cực hơn vào các vấn đề công cộng.

▪ ***Hệ thống nghiên cứu và lĩnh vực y tế được hưởng lợi***

Sự gia tăng cơ hội tiếp cận với khoa học công có tiềm năng làm cho toàn bộ hệ thống nghiên cứu có hiệu quả hơn và có khả năng sinh lợi lớn hơn do có thể giảm được sự trùng lặp và các chi phí tạo lập, chuyển giao và sử dụng lại dữ liệu; cho phép cùng một nguồn dữ liệu có thể tạo ra nhiều nghiên cứu hơn, bao gồm cả trong khu vực doanh nghiệp; và nhân rộng các cơ hội tham gia vào quá trình nghiên cứu ở trong nước và trên toàn cầu. Sự gia tăng dữ liệu mở và các chính sách cũng như các cơ sở hạ tầng truy cập mở đã làm cho các bộ dữ liệu và kết quả khoa học đơn lẻ trở thành một bộ phận của dữ liệu lớn. Số lượng các bên tham gia công tác nghiên cứu và thiết kế chính sách sẽ tiếp tục gia tăng, làm cho khoa học trở thành một nỗ lực của công dân, củng cố cách tiếp cận kinh doanh hơn trong nghiên cứu và khuyến khích các chính sách nghiên cứu có trách nhiệm hơn.

Phân tích dữ liệu lớn có tiềm năng mang đến những cải tiến đáng kể trong lĩnh vực chăm sóc sức khỏe, bao gồm chăm sóc bệnh nhân, quản lý hệ thống y tế, nghiên cứu y học và giám sát sức khỏe cộng đồng. Chia sẻ dữ liệu y tế qua các hệ thống hồ sơ y tế điện tử có thể làm tăng khả năng tiếp cận dịch vụ chăm sóc sức khỏe và cung cấp những hiểu biết mới về các sản phẩm và dịch vụ y tế tiên tiến. Chẩn đoán, điều trị và theo dõi bệnh nhân có thể trở thành một liên kết giữa phần mềm phân tích và các bác sĩ. Yêu cầu chăm sóc bệnh nhân tại buồng bệnh có thể được giảm xuống, bởi việc giám sát và phân tích dự báo giúp phát hiện bệnh lý sớm hơn. Trên cơ sở dữ liệu nghiên cứu mở, IoT có thể mang lại số lượng lớn dữ liệu liên quan đến sức khỏe của cả người bệnh lẫn người khỏe, đóng vai trò là đầu vào nghiên cứu giá trị và dẫn đến tiến bộ cho y học. Dữ liệu phổ biến sử dụng chăm sóc sức khỏe có thể kết hợp với các dữ liệu sâu về lâm sàng và sinh học để mở ra các hướng mới nâng cao kiến thức phổ thông, như các bệnh liên quan đến lão hóa, hoặc để hỗ trợ nghiên cứu liên ngành, ví dụ như kết hợp các tác dụng của chữa bệnh và chăm sóc.

▪ ***Khắc phục khoảng cách về công nghệ thông tin, kỹ năng và hạ tầng pháp lý***

Sự phát triển phân tích dữ liệu lớn đặt ra những thách thức lớn đối với kỹ năng và chính sách việc làm. Nhu cầu về kỹ năng chuyên gia dữ liệu sẽ vượt quá nguồn cung hiện tại trên thị trường lao động và cả năng lực hiện tại của hệ thống giáo dục và đào tạo, điều đó đòi hỏi phải có sự điều chỉnh nhanh chóng trong chương trình giảng dạy và các tập hợp kỹ năng của giảng viên và nhân công. Dữ liệu lớn cũng được dự báo sẽ làm tăng nhu cầu về năng lực siêu tính toán mới, các cơ sở lưu trữ lớn và mạng Internet nhanh, rộng khắp và mở (bao gồm cả IoT) trong khi cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin hiện tại không thể hỗ trợ đầy đủ. Các thể chế pháp lý cũng cần phát triển để thúc đẩy tốt hơn luồng dữ liệu liên tục giữa các quốc gia, ngành và tổ chức. Các mối quan tâm ngày càng tăng về cách làm thế nào để xác định và sử dụng quyền truy cập mở, đồng thời duy trì các động cơ khuyến khích các tác giả và nhà nghiên cứu tiếp tục công bố và thực hiện nghiên cứu. Hợp tác quốc tế sẽ rất cần thiết về khía cạnh này.

▪ ***Bất bình đẳng xã hội có nguy cơ gia tăng***

Bất bình đẳng xã hội gia tăng không chỉ là kết quả của sự triệt tiêu việc làm và phân cực lao động sẽ xảy ra cùng với sự chuyển đổi cơ cấu về kỹ năng, mà còn do tính lưu động xã hội yếu hơn và cả sự tồn tại phân hóa kỹ thuật số. Khả năng suy xét nhờ vào phân tích số liệu có thể mang lại hiệu quả cao hơn, nhưng cũng có thể hạn chế khả năng của các cá nhân trong việc thay đổi cách giáo dục phụ thuộc lối mòn và con đường nghề nghiệp và tránh những bệ tắc kinh tế xã hội. Ngoài ra, sự phân hóa kỹ thuật số mới phát sinh từ thông tin bất cân xứng ngày càng tăng và sự chuyển đổi quyền lực liên quan từ các cá nhân sang các tổ chức, từ các doanh nghiệp truyền thống sang các doanh nghiệp dựa vào dữ liệu và từ chính phủ sang các doanh nghiệp dựa vào dữ liệu. Sự gắn kết xã hội và khả năng phục hồi kinh tế có thể bị ảnh hưởng, đặc biệt là ở các nền kinh tế đang phát triển. Để ngăn ngừa gia tăng bất bình đẳng thu nhập, các chính phủ cần phải giúp người lao động điều chỉnh phù hợp với sự thay đổi nhu cầu về kỹ năng

bằng cách thúc đẩy học tập suốt đời và nâng cao khả năng tiếp cận với giáo dục chất lượng cao.

▪ ***Bảo mật, an ninh và tính nhất quán cũng bị đe dọa***

Phân tích dữ liệu lớn có thể khuyến khích thu thập dữ liệu cá nhân quy mô lớn và trở nên có thể truy cập theo những cách vi phạm tính riêng tư của cá nhân. Ví dụ, khi bệnh nhân chia sẻ dữ liệu nhạy cảm về sức khỏe có thể hỗ trợ nghiên cứu y học và cho phép họ được hưởng điều trị ưu tiên. Tuy nhiên, việc dữ liệu y tế trở nên có thể tiếp cận mang lại lợi ích cho doanh nghiệp (ví dụ: công ty bảo hiểm và người sử dụng lao động) làm phát sinh các vấn đề về tính riêng tư và công bằng. Sự bảo mật có thể bị nguy hại nếu những dữ liệu này không được bảo vệ tốt và nếu việc đánh cắp hay sử dụng sai mục đích do vi phạm an ninh.

Phân tích dữ liệu lớn mở ra khả năng kết hợp dữ liệu cá nhân với các chương trình nhận dạng mẫu, cho phép tạo ra thông tin và tri thức mới về con người. Tuy nhiên, cũng những dữ liệu và các chương trình đó có thể được dùng để thao túng mọi người, bóp méo nhận thức của họ về thực tế và tác động đến lựa chọn của họ. Sự tự chủ, tự do tư duy và tự do ý chí cá nhân sẽ bị thách thức, có thể làm suy yếu nền tảng của các xã hội dân chủ hiện đại. Các nhà hoạch định chính sách sẽ cần phải thúc đẩy việc sử dụng có trách nhiệm các dữ liệu cá nhân để ngăn chặn vi phạm quyền riêng tư, đặc biệt bằng cách xác định rõ tập hợp các chính sách bảo vệ người tiêu dùng và cạnh tranh, tăng cường khả năng giám sát của các cơ quan thực hiện quyền riêng tư.

2.3. Trí tuệ nhân tạo

Trí tuệ nhân tạo (AI) nhằm mục tiêu tạo ra các máy tính có khả năng suy luận đến một ngày nào đó có thể vượt khả năng của con người. Mặc dù tác động đầy đủ của AI vẫn còn khó đánh giá, nhưng các hệ thống thông minh có thể giúp làm tăng năng suất và dẫn đến những thay đổi không thể đảo ngược trong xã hội chúng ta.

▪ ***Khi máy móc bắt đầu suy nghĩ***

Trí tuệ nhân tạo được định nghĩa là khả năng của máy móc và hệ thống có thể tiếp thu và áp dụng tri thức để thực hiện hành vi trí tuệ.

Điều này có nghĩa là việc thực hiện các nhiệm vụ nhận thức đa dạng khác nhau, ví dụ như thụ cảm, xử lý tiếng nói, lập luận, học hỏi, ra quyết định và thể hiện khả năng di chuyển và thao tác các đồ vật một cách phù hợp. Các hệ thống thông minh sử dụng kết hợp phân tích dữ liệu lớn, điện toán đám mây, giao tiếp máy - máy và IoT để vận hành và học tập. AI tạo khả năng cho các loại phần mềm và robot mới ngày càng hoạt động như những tác nhân tự trị, hoạt động độc lập, không lệ thuộc vào các quyết định của người sáng tạo và vận hành chúng, thông minh hơn so với các máy móc đã thực hiện trước đây.

▪ *Sự phát triển của máy thông minh*

Những nỗ lực phát triển AI ban đầu tập trung vào việc xác định các quy tắc mà phần mềm có thể sử dụng để thực hiện một nhiệm vụ. Các hệ thống như vậy giải quyết các vấn đề hạn hẹp, nhưng không đủ khả năng khi phải đối mặt với các nhiệm vụ phức tạp hơn như biên dịch và nhận dạng tiếng nói. Sự phát triển các phương pháp thống kê mang lại những đột phá quan trọng trong lĩnh vực AI bằng cách tập trung vào phân tích dữ liệu. Thay vì đề cung cấp các quy tắc mệnh lệnh toàn diện, học máy (hoặc thống kê) nhằm mục đích ra quyết định dựa trên các hàm xác suất xuất phát từ những kinh nghiệm trong quá khứ. Bằng cách này, máy tính có thể chơi cờ vua không chỉ bằng cách sử dụng các nước đi thiết lập sẵn và cân nhắc khả năng kết quả, mà còn bằng cách tham khảo các trò chơi trong quá khứ và tính toán khả năng di chuyển của một nước đi cụ thể để mang lại chiến thắng. Thông qua học máy, các ứng dụng phần mềm có thể thực hiện các nhiệm vụ cụ thể đồng thời học cách để nâng cao hiệu suất, tức là bằng cách thu thập và phân tích dữ liệu về kinh nghiệm của nó và đề xuất những hiệu chỉnh cho hoạt động chức năng của nó, dần dần cải tiến việc thực hiện nhiệm vụ. Kết quả là, máy móc phát triển, chỉnh sửa và tinh chỉnh các quy tắc hướng dẫn hoạt động. Những tiến bộ trong IoT và phân tích dữ liệu đã làm phong phú thêm nhánh thuật toán này với một nguồn dữ liệu ngày càng tăng cho việc ra quyết định. Thông qua những tiến bộ về năng lực tính toán và kỹ thuật học máy, theo dự báo năng lực nhận thức của máy sẽ vượt quá con người.

Trí tuệ nhân tạo không chỉ giới hạn trong thế giới số, kết hợp với những tiến bộ trong kỹ thuật cơ điện, nó mở rộng khả năng cho các robot có thể thực hiện các nhiệm vụ nhận thức trong thế giới tự nhiên. AI có thể cho phép các robot thích ứng với môi trường làm việc mới mà không cần phải lập trình lại. Các robot tiên tiến có thể thích nghi với điều kiện làm việc thay đổi và tự học có thể mang lại những tiết kiệm đáng kể về chi phí lao động và tăng năng suất. AI cũng có thể áp dụng để quản lý hàng tồn trữ tốt hơn và tối ưu hóa nguồn lực. Ngoài ra, AI mang nhiều hứa hẹn về sự an toàn, bằng cách thay thế con người, giảm được tai nạn lao động và tăng cường hiệu quả của quyết định được đưa ra trong các tình huống nguy cấp.

▪ ***Trí tuệ nhân tạo có thể phá vỡ ngành công nghiệp***

Các robot có hỗ trợ AI ngày càng trở thành trung tâm của ngành hậu cần và chế tạo, sẽ thay thế lao động con người trong các quy trình sản xuất. AI đang mở rộng vai trò của robot, vốn thường được giới hạn trong các nhiệm vụ đơn điệu yêu cầu tốc độ, chính xác và sự khéo léo. Các cảm biến được sử dụng ngày càng phổ biến trong các dây chuyền sản xuất, làm cho chúng thông minh hơn và hiệu quả hơn thông qua việc làm cho các quy trình thích ứng với sự thay đổi các yêu cầu sản xuất và điều kiện làm việc. Các ngành, lĩnh vực có thể sẽ trải qua một cuộc cách mạng sản xuất mới và một sự biến đổi căn bản, đó là ngành nông nghiệp, hóa chất, dầu mỏ và than đá, cao su và chất dẻo, giày dép và dệt may, vận tải, xây dựng, quốc phòng, giám sát và an ninh.

▪ ***Trí tuệ nhân tạo cũng có thể cách mạng hóa dịch vụ***

Trí tuệ nhân tạo sẽ được triển khai rộng rãi trong một loạt các ngành công nghiệp dịch vụ, như giải trí, y học, marketing và tài chính. Tài chính đang được cách mạng hóa bằng phân tích dữ liệu lớn và AI. Hiện nay ở Hoa Kỳ, các thuật toán đang độc lập tiến hành nhiều giao dịch hơn cả con người. Xu hướng này đặc biệt mạnh trong thị trường chứng khoán và đang trở nên rõ rệt trong giao dịch các loại tài sản khác như ngoại tệ. Học máy có tiềm năng nâng cao vai trò của các thuật toán trong kinh doanh bằng cách cho phép chúng điều chỉnh các

chiến lược của mình theo thời gian. Nhiều sản phẩm dựa trên AI đang được triển khai dưới hình thức dịch vụ web. Ví dụ, các công cụ đề cử của Amazon, Netflix và Spotify đều dựa trên các công nghệ học máy. Trong ngành y tế, việc chẩn đoán có thể trở nên chính xác và dễ tiếp cận hơn nhờ vào phân tích các cơ sở dữ liệu y tế sử dụng AI. Các robot phẫu thuật đã được đưa vào ứng dụng và việc tự động hóa hơn nữa các nhiệm vụ liên quan đến y học là điều có thể xảy ra. Một khi hiệu suất được cải thiện, đặc biệt là năng lực nhân hình hóa, AI có thể thực hiện được các nhiệm vụ xã hội. Các “robot xã hội” có thể giúp giải quyết nhu cầu của xã hội già hóa thông qua việc hỗ trợ con người về thể chất và tinh thần, hành động như những người bạn và giảm bớt sự cô lập xã hội của người cao tuổi.

▪ ***Việc thu được lợi ích của AI phụ thuộc vào một số điều kiện khung đang được áp dụng***

Một yếu tố thiết yếu để thu được lợi ích từ AI là cung cấp các mạng lưới vận tải, năng lượng và truyền thông đáng tin cậy, bao gồm cả IoT. AI có thể gây ra những sai lầm có thể dẫn đến những thiệt hại nghiêm trọng (ví dụ như chẩn đoán bệnh sai). Các quyết định của AI có thể bị hiểu sai, bị chỉ trích hoặc bác bỏ (ví dụ như từ chối cho vay). Bản chất không hoàn chỉnh của AI làm nảy sinh các câu hỏi về các nguyên tắc trách nhiệm hợp pháp và nghĩa vụ pháp lý được san sẻ như thế nào giữa AI với các nhà lắp ráp, nhà lập trình, các chủ sở hữu AI,... Luật pháp và khuôn khổ pháp lý cần được xây dựng và thực thi trước khi có thể gặt hái được nhiều lợi ích của AI trên các thị trường như vận tải và y tế. Một khía cạnh pháp lý khác của AI liên quan đến quyền sở hữu trí tuệ (IP) đối với các phát minh được tạo khả năng nhờ vào AI và IP và thu nhập nên chia sẻ như thế nào. Những cân nhắc về luật pháp sẽ dẫn đến những hậu quả quan trọng đối với thị trường bảo hiểm và hệ thống IP.

Với những xu hướng được dự báo trên, các yêu cầu về kỹ năng mới sẽ hình thành. Nhu cầu về nhân công trí thức có khả năng phát triển AI hoặc thực hiện các tác vụ dựa trên AI sẽ tăng lên. Tri thức sáng tạo hoặc ngầm ẩn, ít có khả năng mã hóa và các kỹ năng đòi hỏi sự tương tác xã hội hoặc sự khéo léo của con người khó tự động hóa

có thể vẫn phụ thuộc vào con người trong vài thập kỷ tới. Các hệ thống giáo dục ngày nay sẽ cần đảm bảo trang bị cho thế hệ trẻ những kỹ năng thích hợp để thực hiện trong môi trường AI tiên tiến trong tương lai. Các hệ thống đào tạo sẽ giúp làm cho quá trình chuyển đổi diễn ra suôn sẻ và đảm bảo rằng người dân có thể đương đầu và phát huy được sự phát triển của công nghệ AI.

▪ ***AI có thể thay đổi con người theo những cách không thể đoán trước***

Việc tích hợp AI vào phạm vi cá nhân sẽ tạo ra sự gấn bó tình cảm ở con người, đặc biệt liên quan đến các robot dùng AI có hình dạng người và làm thay đổi hành vi xã hội của con người. Một số lập luận cho rằng sự khác biệt hành vi giữa máy có AI và máy không sử dụng AI có thể biện minh cho việc cung cấp robot xã hội với các quyền hợp pháp và việc bảo vệ chúng có thể sử dụng như một chỉ dẫn cho sự điều chỉnh rộng hơn các hành vi được mong đợi về mặt xã hội. Một số khác cho rằng mối quan hệ xã hội giữa con người và robot nên được phản ánh trong bốn phạm đạo đức. Nói rộng hơn, việc sử dụng AI cho tất cả các mục đích của con người gây ra một số vấn đề về đạo đức và triết học xung quanh cuộc sống con người, bao gồm cả khả năng làm mất tính người của xã hội. Nó đặt ra câu hỏi về vai trò của con người trong một xã hội tăng cường AI mới và có thể xác định lại cách mọi người sử dụng thời gian của mình, tức là bằng cách cân đối lại thời gian dành cho công việc và giải trí.

2.4. Công nghệ thần kinh

Công nghệ thần kinh mới nổi mang triển vọng to lớn trong việc chẩn đoán và điều trị bệnh lão hóa và tăng cường thể chất con người nói chung. Tuy nhiên, một số công nghệ thần kinh làm nảy sinh các vấn đề về đạo đức, luật pháp, xã hội và văn hóa sâu sắc đòi hỏi sự chú trọng về chính sách.

▪ ***Công nghệ thần kinh là gì?***

Công nghệ thần kinh (Neurotechnology) được định nghĩa là bất kỳ phương tiện nhân tạo nào có thể tương tác với não và hệ thống thần kinh nhằm kiểm tra, tiếp cận và thao tác cơ cấu và chức năng của hệ

thống thần kinh. Lĩnh vực này bao gồm việc nghiên cứu về bộ não; các thiết bị điện tử có thể sửa chữa hoặc thay thế chức năng não; các thiết bị điều biến thần kinh (neuromodulation) được sử dụng để điều trị bệnh tâm thần; các khớp thần kinh nhân tạo và mạng nơron phục vụ giao diện não - máy tính; và sự phát triển trí thông minh nhân tạo.

▪ ***Các công nghệ thần kinh có triển vọng mang đến các liệu pháp mới và tăng cường khả năng của con người***

Các công nghệ thần kinh giúp hiểu rõ hơn về các quá trình tự nhiên của não, nghiên cứu, điều trị rối loạn và chấn thương thần kinh, tăng cường khả năng nhận thức qua đó nâng cao hiệu năng của con người. Các ví dụ về công nghệ thần kinh trong nghiên cứu và ứng dụng bao gồm:

Kỹ thuật quang di truyền (Optogenetics): Sử dụng các protein cảm ứng ánh sáng để quan sát, điều khiển hoạt động và kiểm soát sự liên lạc và chức năng của các nơron thần kinh. Các phương pháp tiếp cận quang học có tiềm năng dẫn đến cuộc cách mạng trong khoa học thần kinh bằng cách sử dụng ánh sáng để điều khiển hoạt động thần kinh trong các nơron được xác định về mặt di truyền hoặc chức năng với độ chính xác đến một phần nghìn giây. Kỹ thuật này cung cấp cho các nhà khoa học thần kinh một công cụ mạnh mẽ nghiên cứu mối quan hệ nhân quả giữa các tế bào, mạng lưới thần kinh và hành vi. Các nghiên cứu tương lai đưa khoa học não bộ tiến sâu vào lĩnh vực cảm xúc, làm sáng tỏ các yếu tố mới về bệnh thoái hóa thần kinh, hành vi và tư duy.

Công nghệ điều biến thần kinh (Neuromodulation): Nhằm vào việc kích thích nơron trong nghiên cứu cơ bản và rối loạn não. Các thiết bị Neuromodulation ngày càng trở nên quan trọng trong việc điều trị rối loạn hệ thần kinh và làm nảy sinh các câu hỏi liên quan đến tính xác thực và việc tự sử dụng tăng cường cho bản thân ở những người dễ bị tổn thương (ví dụ như trẻ em hoặc người mắc bệnh tâm thần), sử dụng không tự nguyện (ví dụ như theo lệnh của tòa án hoặc bác sĩ tâm thần) và sử dụng không bị giám sát.

Giao diện não - máy tính: Dùng để nhận biết và giải mã các mẫu hình hoạt động của các nơron bằng các thiết bị bên ngoài - tư duy liên

kết điều khiển các thiết bị bên ngoài. Giao diện não - máy tính hay não - máy có thể cho phép điều khiển thiết bị mà không dùng tay và theo dõi trạng thái của người dùng, có thể hữu ích cho những người điều khiển ô tô, phi công, phi hành gia và những người khác tham gia các nhiệm vụ yêu cầu tập trung. Suy đoán hơn, các giao diện não - máy tính có thể sử dụng để tăng cường khả năng hiểu biết cơ bản, cho phép nhiều bộ não phối hợp thực hiện một nhiệm vụ và tăng cường hiệu năng. Chúng cũng có thể được sử dụng để phát triển các giác quan mới cho con người, chẳng hạn như khả năng cảm nhận từ trường hoặc sóng hồng ngoại, hay sóng vô tuyến. Những thách thức về kỹ thuật vẫn còn tồn tại, chẳng hạn như phát triển các giao diện thần kinh có thể cấy ghép, có thể tháo rời, có thể tồn tại độc lập về mặt lâm sàng, hoặc làm tăng hiệu quả của việc điều khiển bộ phận giả.

Nanorobots: Có thể được định nghĩa là các hệ thống được chế tạo từ các bộ phận lắp ráp có kích thước ở mức nano với các chiều từ 1 nm đến 100 nm. Hàng triệu nanorobots có thể được bơm vào máu và có tiềm năng lớn trong các lĩnh vực khoa học thần kinh, chẩn đoán và điều trị. Các ứng dụng trong tương lai có thể tạo khả năng kích thích, thụ cảm, báo hiệu, xử lý thông tin, trí thông minh và hành vi bầy đàn, cũng như vượt qua các hàng rào máu - não. Khả năng điều khiển nanorobots bằng công nghệ thông tin giống như máy tính và hành vi bầy đàn trong các chẩn đoán và trị liệu tương lai là một bước đột phá trong việc đổi mới sáng tạo y học.

▪ ***Những tiến bộ trong khoa học não bộ***

Bất kỳ một mô phỏng máy tính nào về chức năng não bộ trong tương lai sẽ đều có nguồn gốc từ những xúc tiến nghiên cứu bộ não hiện tại. Các sáng kiến nghiên cứu não bộ quy mô lớn trình bày trong Bảng 2.1 được hy vọng sẽ làm sáng tỏ các câu hỏi đặt ra từ lâu trong khoa học, y học và triết học não bộ: Các mối tương quan thần kinh giữa trí tuệ và ý thức là gì? Các mạng lưới tế bào thần kinh lớn xử lý thông tin trong bộ não khỏe mạnh như thế nào và những thay đổi bệnh lý trong các bệnh thoái hóa thần kinh? Các bộ phận khác nhau của não phối hợp và cùng làm việc với nhau như thế nào? và làm thế nào để chế tạo máy tính theo những cách khác và thông minh hơn?

Các dự án khoa học não bộ hiện tại có tiềm năng to lớn trong việc giải quyết những thách thức tồn tại trong y học, cung cấp các công cụ để làm thay đổi các ngành công nghiệp và mở ra những hiểu biết về bộ não và trí tuệ. Tuy nhiên, mặc dù có nhiều tiến bộ đáng kể trong khoa học thần kinh và các ứng dụng công nghệ tương lai, nhưng nghiên cứu cơ bản vẫn chưa trả lời được một trong những câu hỏi cơ bản cho sự hiểu biết về hoạt động của não: Mỗi quan hệ sinh học và vật lý giữa các hợp thể nơron và các phần tử của tư duy là gì?

Các ngành công nghiệp tiêu dùng và công nghiệp quốc phòng được dự báo sẽ tăng đầu tư vào khoa học não bộ vì tiềm năng của công nghệ thần kinh đang tăng lên. Đổi mới trong lĩnh vực này đang bùng nổ và số bằng sáng chế được cấp vượt xa lĩnh vực y tế, chẳng hạn như ở những công ty hoạt động trong lĩnh vực trò chơi điện tử, quảng cáo, ô tô và công nghiệp quốc phòng. Đặc biệt, các giao diện não - máy tính có thể được áp dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như giải trí, quốc phòng, tài chính, tương tác người - máy, giáo dục và tự động hóa nhà ở; các lĩnh vực triển vọng nhất là công nghệ trợ giúp và chơi game. Giao diện não - máy tính cũng đang được sử dụng để giám sát phản ứng và đánh giá trong các lĩnh vực như tiếp thị và sinh lý lao động.

Bảng 2.1. Các sáng kiến khoa học và công nghệ quy mô lớn về bộ não

Sáng kiến (nước/khu vực)	Mục tiêu	Tác động tiềm năng tương lai
Dự án Bộ não người, "HBP" (châu Âu)	Để đạt được sự hiểu biết tổng hợp đa cấp về cấu trúc và chức năng của não thông qua việc phát triển và sử dụng ICT.	Công nghệ neuromorphic (mô phỏng cấu trúc hệ thần kinh) và neurobotic (công nghệ robot mô phỏng não bộ); công nghệ siêu tính toán để mô phỏng bộ não, robot và các hệ thống tự điều khiển và các ứng dụng cần nhiều dữ liệu khác; y học cá thể hóa cho thần kinh học và tâm thần học.
Công nghệ bộ não Israel (Israel)	Nhằm thúc đẩy hợp tác và đối thoại; đẩy mạnh nghiên cứu, ngành công nghiệp và đổi mới.	Các nền tảng di động cho phép diễn giải trong thời gian thực hoạt động xúc cảm và nhận thức của não; chữa trị bệnh ALS (bệnh xơ cứng teo cơ một bên); công nghệ thần kinh cấy ghép

Sáng kiến (nước/khu vực)	Mục tiêu	Tác động tiềm năng tương lai
		nền tảng trong giao diện não - máy tính, giám sát bệnh động kinh và điều biến thần kinh học (neuromodulation).
Lập sơ đồ não bộ bằng các công nghệ thần kinh tích hợp để nghiên cứu bệnh tật, "Brain/MINDS" (Nhật Bản)	Lập sơ đồ cấu trúc và chức năng của các mạch thần kinh dẫn đến hiểu được tính phức tạp của bộ não con người.	Sử dụng các kỹ thuật tạo ảnh có độ phân giải cao, trường rộng, sâu, nhanh và dài về cấu trúc não và chức năng của não; các kỹ thuật điều khiển hoạt động thần kinh; xác định các mối quan hệ nhân quả giữa tổn hại cấu trúc/chức năng của các mạch thần kinh và các kiểu hình bệnh tật và cuối cùng phát triển các phương pháp can thiệp điều trị sáng tạo đối với các bệnh này.
Dự án não xanh (Blue Brain Project - Thụy Sĩ)	Dựa trên siêu máy tính chế tạo một tái cấu trúc số về bộ não chuột và cuối cùng là bộ não con người.	Ứng dụng tính toán neurorobotics và neuromorphic để hiểu rõ hơn về bộ não và thúc đẩy chẩn đoán và điều trị các bệnh về não.
Nghiên cứu não bộ thông qua các công nghệ thần kinh đổi mới tiên tiến "BRAIN Initiative" (Hoa Kỳ)	Nhằm thúc đẩy nhanh sự phát triển và ứng dụng các công nghệ mới cho phép các nhà nghiên cứu tạo ra những bức tranh động về não, cho thấy các tế bào não và các mạch thần kinh phức tạp tương tác như thế nào ở tốc độ tư duy.	Nghiên cứu trên mẫu tế bào chuẩn nhằm mục tiêu vào các thao tác chữa trị ở người; thiết bị ghi nội bào mật độ cao trong cơ thể; các công nghệ lai mở rộng khả năng theo dõi không xâm lấn hoạt động trong não người; liên kết hoạt động của não và hành vi; công cụ phân tích dữ liệu giúp hiểu được cơ sở sinh học của các quá trình tinh thần.

Nguồn: OECD (2015a), OECD Digital Economy Outlook 2015

▪ ***Khoa học não bộ và các công nghệ thần kinh yêu cầu nhiều nguồn lực***

Khoa học về bộ não là lĩnh vực nghiên cứu cần tập trung nguồn lực và có nhiều rủi ro kinh tế. Ở phạm vi rộng, thành công trong nghiên cứu cơ bản và đổi mới công nghệ phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng

tiên tiến và thường có chi phí cao như khả năng tính toán và các công nghệ tạo hình ảnh có độ phân giải cao.

Các mô hình hợp tác và đầu tư mới mở ra các cách thức chia sẻ rủi ro liên ngành và thực tế hơn, đẩy mạnh cam kết trong lĩnh vực KH&CN thần kinh. Các nguồn lực hạn chế đã dẫn tới việc phát triển các phương pháp tiếp cận hợp nhất và tập trung hơn để nghiên cứu và tạo nên các “trạm quan trắc não”. Các trung tâm này cung cấp môi trường hợp tác thích hợp để hiện thực hóa và chia sẻ tiềm năng của các công nghệ mới trong nghiên cứu não bộ. Tuy nhiên, các khoản đầu tư lớn và các cơ chế mới để chia sẻ rủi ro và lợi ích đòi hỏi phải có “quy định” mới về cách làm thế nào để quản lý việc sử dụng tập thể và cấp bằng sáng chế về dữ liệu và các công nghệ thần kinh phức tạp.

▪ ***Công nghệ noron mang nhiều rủi ro***

Các mẫu hình và công nghệ mới để tăng cường khả năng của con người có thể phát triển nhanh chóng. Những đổi mới hiện nay về khoa học và công nghệ bộ não đang thúc đẩy sự phát triển một loạt các cách tiếp cận mới để hiểu bộ não và trí óc của chúng ta. Các công nghệ thần kinh xâm lấn yêu cầu phẫu thuật thần kinh có nguy cơ dẫn đến những thay đổi ngoài dự tính về sinh lý và chức năng trong não do các điện cực cấy hoặc các tế bào gốc, cũng như nhiễm trùng và chảy máu liên quan đến phẫu thuật. Các công nghệ thần kinh không xâm lấn ít rủi ro hơn, mặc dù việc sử dụng lâu dài có thể gây ra các hệ quả tiêu cực đối với cấu trúc và chức năng não và cũng có thể liên quan đến những ảnh hưởng phức tạp ngoài dự tính đối với tâm trạng, nhận thức và hành vi.

▪ ***Công nghệ thần kinh đặt ra những vấn đề xã hội quan trọng***

Khả năng của công nghệ noron làm thay đổi một số khái niệm và phạm trù chính được sử dụng để tuân theo và hiểu các giá trị, chuẩn mực và quy tắc liên quan đến đạo đức của con người làm nảy sinh những cân nhắc nhất định về mặt đạo đức, luật pháp và xã hội. Việc làm lu mờ sự khác biệt giữa con người và máy móc khiến cho việc đánh giá các giới hạn khả năng của con người khó khăn hơn và đặt ra các câu hỏi liên quan đến tự do ý chí và trách nhiệm đạo đức. Ngoài ra còn có những câu hỏi quan trọng khác như: Ai sẽ được hưởng lợi lớn

nhất từ các can thiệp cần nhiều nguồn lực và thường có chi phí cao? Cách tốt nhất để cân bằng giữa rủi ro, trách nhiệm đạo đức của khoa học não và các ứng dụng tăng cường khả năng con người với các cơ hội điều trị? và làm thế nào để giải quyết những căng thẳng vốn có giữa các quy định về quyền sở hữu trí tuệ và thúc đẩy mở cửa hơn cho khám phá và chia sẻ dữ liệu?

2.5. Vệ tinh nano/micro

Các loại vệ tinh nhỏ và rất nhỏ với khả năng gia tăng đang được sử dụng ngày càng nhiều. Điều này mang lại cho các nhà hoạch định chính sách một phạm vi rộng các công cụ tinh vi để giải quyết những thách thức lớn cho cả mục đích dân sự và quốc phòng.

▪ *Luôn nhỏ hơn, rẻ hơn và nhanh hơn*

Vài năm gần đây đã chứng kiến sự khởi đầu của một cuộc cách mạng trong việc thiết kế, sản xuất và triển khai các vệ tinh. Các vệ tinh nhỏ đang trở nên rất phổ biến, có trọng lượng dưới 500 kg (một vệ tinh thông tin hoặc khí tượng điển hình đặt trên quỹ đạo địa tĩnh, ở độ cao khoảng 38.000 km, có trọng lượng vài tấn, trong khi một vệ tinh môi trường như Jason 2 hoạt động ở quỹ đạo Trái đất thấp, độ cao khoảng 500 km, nặng hơn 500 kg). Các vệ tinh nano và micro có trọng lượng từ 1 - 50 kg. CubeSat là những vệ tinh thu nhỏ với mô hình đầu tiên có kích thước 10x10x10 cm và nặng 1 kg, còn gọi là 1 đơn vị. Các đơn vị vệ tinh có thể kết hợp để tạo ra CubeSat lớn hơn.

Vệ tinh nhỏ mang lại những cơ hội to lớn về khía cạnh tốc độ và tính linh hoạt trong chế tạo. Trong khi các vệ tinh lớn thông thường có thể mất hàng năm nếu không nói là hàng thập kỷ để chế tạo từ lúc thiết kế đến khi đưa vào hoạt động, thì các vệ tinh rất nhỏ có thể được chế tạo rất nhanh. Ví dụ, Planet Labs chỉ cần mất chín ngày để chế tạo hai vệ tinh CubeSats vào đầu năm 2015.

Vệ tinh nhỏ hơn thì chi phí chế tạo và phóng cũng rẻ hơn. Một vệ tinh nano/micro có thể được chế tạo với giá từ 200.000 đến 300.000 EUR. Giá thành các vệ tinh nhỏ đang trở nên ngày càng giảm, các hợp phần được làm sẵn thường được sử dụng để chế tạo các nền tảng vệ tinh và hỗ trợ sản xuất hàng loạt. Hầu hết các thiết bị điện

tử và các hệ thống phụ cần thiết để chế tạo một vệ tinh nano tại nhà đều có thể mua qua mạng. Chi phí vẫn là rào cản chính đối với việc tiếp cận không gian. Các vệ tinh nhỏ có thể phóng như tải trọng thứ cấp với chi phí dưới 100.000 EUR. Chúng cũng có thể được triển khai từ Trạm vũ trụ Quốc tế, sau khi được đưa lên dưới dạng hàng hóa.

Kể từ khi CubeSat được phóng lần đầu tiên vào năm 2002, số lượng các vệ tinh rất nhỏ được đưa vào hoạt động đã tăng lên đáng kể. Năm 2014, có 158 vệ tinh nano và micro đã được phóng, tăng 72% so với năm trước. Theo dự báo từ năm 2014 đến năm 2020, sẽ có hơn 2.000 vệ tinh nano và micro sẽ được phóng lên quỹ đạo trên phạm vi thế giới.

▪ ***Mối quan tâm đến các vệ tinh nhỏ tiếp tục gia tăng***

Sự ra đời của các vệ tinh nhỏ đang mở ra kỷ nguyên của các ứng dụng có lợi nhuận cao, chi phí thấp trong gần như mọi lĩnh vực nỗ lực của con người. Vệ tinh nhỏ được sử dụng trong nhiều ứng dụng - từ quan sát và liên lạc trái đất đến nghiên cứu khoa học, trình diễn công nghệ và giáo dục, cũng như quốc phòng. Nhiều bên tham gia, bao gồm các viện nghiên cứu, ngành công nghiệp và quân đội đang thiết kế các loại nhiệm vụ mới - dẫn đường, liên lạc hoặc viễn thám - phục vụ cho các mục đích dân sự và quốc phòng.

Tạo ra các dự án thương mại mới trong kinh tế vũ trụ: Việc sử dụng ngày càng tăng các cấu kiện làm sẵn trái ngược với các sản phẩm đạt tiêu chuẩn vũ trụ đắt tiền hơn, đang tạo ra một thị trường thế giới mới về các hệ thống và dịch vụ không gian. Các nhà phát triển có xu hướng chuyển sang các kiến trúc hệ thống phức tạp để chế tạo các vệ tinh nhỏ có thể tương tác theo từng cụm. Ví dụ, vào năm 2013, Công ty Skybox Imaging đã phóng vệ tinh dữ liệu hình ảnh có độ phân giải cao đầu tiên của mình, thực hiện kế hoạch triển khai một chòm gồm 24 vệ tinh nhỏ để cung cấp các dữ liệu hình ảnh vệ tinh rẻ hơn và được cập nhật liên tục. Tương tự như vậy, Planet Labs đã cho ra đời chòm Flock 1 với 28 vệ tinh nano vào đầu năm 2014. Một số chuyên gia đã liên tưởng sự tổ hợp tương tự như các máy tính chủ lớn của những năm 1970 đã chuyển thành các mạng máy tính nhỏ kết nối với nhau qua Internet.

Đẩy mạnh ranh giới tri thức: CubeSat rất phổ biến ở các trường đại học với tư cách là người trình diễn công nghệ. Chúng được biết đến như những nền tảng vệ tinh giáo dục chi phí thấp và dần dần trở thành mẫu chuẩn đối với hầu hết các vệ tinh của trường đại học. Đến năm 2014, gần 100 trường đại học trên toàn thế giới định hướng vào phát triển CubeSat. Ở cấp độ giáo dục, với các vệ tinh nhỏ, các trường đại học có thể giúp sinh viên nhanh chóng thực hành các năng lực kỹ thuật và khoa học của mình.

Quan sát các vùng đất và đại dương: Mặc dù các vệ tinh lớn trên các quỹ đạo địa tĩnh vẫn là trụ cột chính đối với các cơ sở hạ tầng viễn thông và khí tượng, các vệ tinh nhỏ được sử dụng trong các chòm lớn ở các quỹ đạo thấp hơn có triển vọng mang lại những cải tiến đột phá, ví dụ như trong quan sát Trái đất. Vệ tinh micro cho phép quan sát suốt ngày đêm. Ví dụ như giám sát tình trạng các đại dương và vùng nước trong lục địa. Các chòm vệ tinh có thể được sử dụng để giám sát đánh bắt trái phép và nâng cao nhận thức về lãnh địa trên đại dương chống lại các hoạt động phạm tội. Tương tự như trên mặt đất, các chòm vệ tinh có thể giúp quan sát canh tác nông nghiệp, tăng năng suất cây trồng và theo dõi nạn phá rừng.

Không gian mở cho tất cả: Vệ tinh nhỏ đã trở nên hấp dẫn trong 5 năm qua do chi phí chế tạo thấp hơn và thời gian sản xuất ngắn hơn. Do đó vệ tinh nhỏ đang thu hút nhiều sự quan tâm trên khắp thế giới và nhiều quốc gia đang phát triển chúng coi đó như là một phần của tài trợ cho các chương trình không gian đầu tiên của mình. Cho đến nay có gần 30 quốc gia đã phát triển CubeSat, trong đó Hoa Kỳ đã phóng hơn một nửa số này, tiếp theo là châu Âu, Nhật Bản, Canada và một số nước Nam Mỹ. Trong thập kỷ qua, giàn phóng Dnepr của Ucraina đã phóng 29% tổng số vệ tinh trọng lượng từ 11 - 50 kg, Polar Satellite Launch Vehicle của Ấn Độ là giàn phóng đứng thứ hai.

- ***Sự phát triển hơn nữa ngành công nghiệp vệ tinh nhỏ sẽ phải đối mặt với một số thách thức***

Sự đánh đổi luôn tồn tại giữa kích thước và chức năng: Vệ tinh càng nhỏ càng mang được ít thiết bị hơn và tuổi thọ cũng ngắn hơn do

lượng nhiên liệu trên tàu nhỏ hơn. Các vệ tinh lớn hơn vẫn đóng một vai trò quan trọng, vì chúng có thể mang theo được nhiều thiết bị hơn và có tuổi thọ dài hơn, đặc biệt trong việc thực hiện các nhiệm vụ quốc gia và thương mại quan trọng. Tuy nhiên, những tiến bộ gần đây, cả về công nghệ tiểu hình hóa và hợp nhất vệ tinh, đã làm giảm đáng kể những nhược điểm của vệ tinh nhỏ.

Đối phó với rủi ro kinh doanh cao: Vệ tinh nano và micro ngày càng được phóng nhiều trong các cụm lớn và chỉ một thất bại thôi (lúc phóng hay đang triển khai) cũng có thể dẫn đến những tổn thất rất lớn. Cuộc phóng tên lửa Antares thất bại năm 2014 đã dẫn tới tổn thất hơn 30 vệ tinh.

Mối đe dọa môi trường ngày càng tăng từ các mảnh vỡ và va chạm: Mối quan tâm môi trường chủ yếu đó là việc triển khai nhanh các vệ tinh nhỏ sẽ làm tăng nguy cơ va chạm trong một số quỹ đạo vốn đã đông đúc, hình thành hiệu ứng phân tầng do có nhiều mảnh vỡ hơn sẽ làm phát sinh nguy cơ va chạm lớn hơn. Theo các hướng dẫn quốc tế về mảnh vụn không gian, hầu hết các vệ tinh đều phải hoặc di chuyển đến một quỹ đạo “nghĩa địa” hoặc lại trở vào bầu khí quyển khi chúng đến giai đoạn kết thúc sử dụng. Tuy nhiên, do cách chế tạo, các vệ tinh rất nhỏ không có đủ nhiên liệu trên thân để thực hiện sự chuyển động ra khỏi quỹ đạo.

▪ **Tác động đến chính sách KHCN&ĐM**

Các chính phủ có thể hỗ trợ cho sự phát triển vệ tinh nano và micro bằng cách khuyến khích sử dụng chúng cho mục đích giáo dục ở các trường đại học và các viện nghiên cứu, tạo điều kiện thuận lợi cho việc khởi nghiệp chuyên môn và thúc đẩy sự phối hợp trong các nhóm doanh nghiệp liên quan đến vệ tinh.

Tính đa dạng của việc sử dụng vệ tinh nano và micro tăng lên, khối lượng dữ liệu phát sinh cũng gia tăng phục vụ cho các mục đích cá nhân và công cộng. Các nhà hoạch định chính sách cần thiết kế các khung pháp lý và môi trường kinh doanh phù hợp để đảm bảo rằng sự bùng nổ dữ liệu này có thể được khai thác vì lợi ích của nhiều bên.

2.6. Vật liệu nano

Vật liệu nano thể hiện các tính chất quang, điện và từ tính độc đáo, có thể được khai thác trong nhiều lĩnh vực khác nhau, từ chăm sóc sức khỏe đến công nghệ năng lượng. Tuy nhiên, các giới hạn kỹ thuật và sự không chắc chắn về độc tính của chúng đối với con người và môi trường vẫn tiếp tục là trở ngại cho việc áp dụng rộng rãi.

- ***Sự phát triển sinh học tổng hợp đối mặt với nhiều trở ngại, trong đó có mối quan tâm đến nguy hiểm sinh học***

Sự phát triển công nghệ này đặt ra một số rủi ro đối với an toàn và an ninh sinh học. An toàn sinh học bao gồm một loạt các chính sách và thông lệ được thiết kế để bảo vệ người lao động và môi trường tránh các trường hợp áp dụng sai không chú ý hoặc sự phóng thích các tác nhân hay vật liệu nguy hiểm từ phòng thí nghiệm. An ninh sinh học thường liên quan đến việc kiểm soát các vật liệu và thông tin sinh học quan trọng nhằm ngăn chặn việc sở hữu trái phép, lạm dụng hoặc cố tình phóng thích.

- ***Vật liệu nano có đặc tính độc đáo***

Vật liệu nano được định nghĩa là loại vật liệu có kích thước ngoài nằm trong thang độ nano (10^{-9} m) hoặc có cấu trúc trong hay cấu trúc bề mặt thuộc kích cỡ nano, trong khoảng từ 1 đến 100 nm. Vật liệu nano có thể được chế tạo, thiết kế theo cách tự nhiên, ngẫu nhiên hoặc nhân tạo. Vật liệu nano bao gồm các sản phẩm có chứa cacbon; các kim loại cấu trúc nano, hợp kim và chất bán dẫn; hạt nano gốm; polyme; nano composit; vật liệu nung kết và sinh học. Trong số các vật liệu cacbon, các công nghệ ống nano và graphen được chú ý đặc biệt phục vụ cho các mục đích nghiên cứu và công nghiệp. Ngoài ra còn có các loại vật liệu như nano dioxit titan, oxit nano kẽm, graphit, aerogel và nano bạc.

Vật liệu nano được dự báo sẽ có tác động đáng kể đến nghiên cứu và các ứng dụng thương mại trong nhiều ngành công nghiệp. Chúng đại diện cho một bước đột phá trong điều khiển vật chất ở phạm vi mà ở đó hình dạng và kích thước của các tập hợp nguyên tử đơn lẻ quyết định tính chất và chức năng của toàn bộ vật liệu và hệ

thống, bao gồm cả các sinh vật sống. Ngoài ra, bằng cách khai thác các hiệu ứng lượng tử, các đặc tính quang học, từ tính, điện và các tính chất độc đáo khác xuất hiện ở quy mô này. Đó là do các vật liệu nano, ngược với vật liệu vĩ mô, cho thấy đạt tỷ lệ cao giữa các nguyên tử bề mặt so với các nguyên tử lõi. Hành vi của chúng chủ yếu là do hóa học bề mặt. Tỷ lệ bề mặt cao hơn làm tăng năng lượng bề mặt của các hạt, làm cho điểm nóng chảy hạ thấp hơn và khả năng phản ứng hóa học tăng.

▪ ***Vật liệu nano có nhiều lĩnh vực ứng dụng***

Giá trị hiện tại của thị trường vật liệu nano vào khoảng 20 tỷ EUR và phổ ứng dụng thương mại khả thi được dự báo sẽ tăng trong vài năm tới. Mặc dù số lượng bán trên thị trường vẫn còn nhỏ theo giá trị tuyệt đối, các ứng dụng hàng hóa như cacbon đen và silic vô định hình đã đạt đến độ chín và chiếm khối lượng lớn trên thị trường vật liệu nano. Các lĩnh vực đã ứng dụng bao gồm y học, hình ảnh, năng lượng và lưu trữ hydro, xúc tác, xây dựng nhẹ và chống tia cực tím. Các lĩnh vực có khả năng ứng dụng cao nhất là những nơi vật liệu nano có thể thay thế cho một vật liệu có kích thước hạt lớn hơn hoặc khó điều chỉnh hơn. Ứng dụng trong những lĩnh vực này bị chi phối bởi những cải tiến về hiệu suất nhờ vào việc điều khiển vật liệu ở phạm vi nanomet, cũng như còn do hiệu quả sử dụng nguồn lực mà việc giảm kích thước hạt đưa đến. Quy mô ứng dụng được phản ánh qua sự gia tăng số bằng sáng chế về công nghệ nano trong mười lĩnh vực ứng dụng đại diện của công nghệ này.

Một trong những lĩnh vực có nhiều triển vọng ứng dụng vật liệu nano tiên tiến nhất (ví dụ: vật liệu nano có thành phần và hình dạng phức tạp, được thiết kế để có những đặc tính riêng) đó là y học, hiện chiếm tỷ trọng ứng dụng cao nhất các sản phẩm nano tiên tiến. Vật liệu nano được hy vọng sẽ làm tăng khả năng chẩn đoán theo nhiều cách: ví dụ như tăng độ nhạy của các chip chẩn đoán (lab-on-a-chip) sẽ cho phép chẩn đoán sớm bệnh ung thư; Các chất đánh dấu huỳnh quang mạnh sử dụng vật liệu nano có thể làm tăng độ tin cậy của chẩn đoán trong ống nghiệm (in-vitro); Và các hạt nano vàng đánh dấu sẽ thúc đẩy sự phát triển tạo ảnh phân tử và còn có thể sử dụng để sàng

lọc nhanh các loại thuốc ung thư, đòi hỏi thiết bị ít chuyên dụng hơn so với phương pháp truyền thống. Vật liệu nano cũng được kỳ vọng sẽ tăng cường điều trị y tế, ví dụ: xenluloza nano tương thích sinh học có thể được áp dụng trong điều trị bông.

Ngoài lĩnh vực y tế, vật liệu nano ngày càng được sử dụng trong các vật dụng hàng ngày. Ví dụ, sợi nano tạo khả năng phát triển các loại vải dệt có khả năng chống thấm nước, chống nhăn và vết bẩn, thậm chí còn có khả năng thẩm thấu chọn lọc. Kết hợp với vải điện tử (e-textiles), chúng có thể đóng góp cho việc phát triển các loại vải thông minh, vải chức năng, cũng có thể sử dụng trong các ứng dụng quân sự và ứng phó khẩn cấp tăng cường an toàn cho con người. Các vật liệu nano cũng có thể tạo điều kiện cho sự phát triển vật liệu xây dựng chức năng như bê tông tự làm sạch. Trong lĩnh vực năng lượng và môi trường, vật liệu nano polyme thông minh dự báo được sử dụng trong bao bì và hydrogel có khả năng phân hủy sinh học, trong khi tinh thể nano silic được sử dụng trong các tế bào quang điện. Vật liệu nano còn tạo khả năng cho nhiều quy trình đổi mới. Ví dụ, việc có sẵn các loại mực chức năng đã làm thay đổi nhiều quy trình in, từ việc tạo ra các thiết bị in điện tử trong các quy trình in phun chính xác cao, quy trình in 3D khổ lớn cho đến sản xuất lưu lượng cao các tế bào năng lượng mặt trời thể hệ thứ ba trong quy trình in lô. Ngành công nghiệp bao bì thực phẩm đã sử dụng vật liệu nano hấp thụ ánh sáng hồng ngoại trong các chai PET để giảm lượng điện năng sản xuất cần thiết và rút ngắn thời gian lưu hóa trong quá trình sản xuất.

▪ ***Những mối quan ngại còn tồn tại về kỹ thuật và môi trường gây hạn chế áp dụng vật liệu nano***

Nghiên cứu và phát triển vật liệu nano cũng như việc thương mại hóa của chúng đã phát triển chậm hơn nhiều so với dự đoán ban đầu vào những năm 1980, khi công nghệ nano được ca tụng như “cuộc cách mạng công nghiệp tiếp theo”. Nguyên nhân của sự chậm tiến bộ là: thứ nhất, sự hạn chế về chi phí cho các thiết bị NC&PT cần thiết phục vụ cho nghiên cứu vật liệu nano tiên tiến gây ảnh hưởng đến nghiên cứu ở nhiều phòng thí nghiệm và cản trở đổi mới trong các công ty nhỏ. Thứ hai, sản xuất quy mô thương mại các vật liệu nano

tiên tiến thường bị trì hoãn, do sự hiểu biết không đầy đủ về các quy trình lý hóa ở thang độ nanomet và do thiếu khả năng điều khiển các thông số sản xuất lưu lượng cao ở quy mô này. Những hạn chế kỹ thuật này tiếp tục cản trở việc phát triển các ứng dụng thương mại quy mô lớn và chi phí hiệu quả của vật liệu nano.

Ngoài ra còn có những câu hỏi xoay quanh về các mối nguy hại (tác dụng độc) không mong muốn đối với con người và môi trường. Mặc dù chỉ riêng kích cỡ hạt không đủ để tính độ độc, việc sử dụng vật liệu nano trong một số môi trường cụ thể có thể cần được quy định. Ví dụ, do có kích thước nhỏ, hạt nano có thể xâm nhập qua màng tế bào trong cơ thể (hấp thụ qua da, nuốt hoặc hít vào) và di chuyển đến những nơi mà các hạt lớn hơn không thể tiếp cận được. Một nguy cơ như vậy cũng nên được cân nhắc khi sử dụng các hạt nano trong nông nghiệp. Việc đánh giá rủi ro vẫn phải đối mặt với việc thiếu dữ liệu về vật liệu nano tiếp xúc với môi trường, đòi hỏi nghiên cứu sâu hơn. Sự không chắc chắn liên tục trong các yêu cầu kiểm soát gây ảnh hưởng tiêu cực đến NC&PT và thương mại hóa nhiều ứng dụng vật liệu nano tiềm năng trong tương lai.

2.7. Chế tạo đắp dần (công nghệ in 3D)

Việc bổ sung vật liệu theo cách đắp dần để tạo ra một sản phẩm có hình dạng là một cách tiếp cận chưa từng có trong ngành chế tạo, điều này có thể dẫn đến các mô hình kinh doanh mới và những thay đổi quan trọng đối với các ngành công nghiệp hiện tại. Tuy nhiên, công nghệ này còn phải vượt qua được một loạt các thách thức, về cả kỹ thuật và quy định để có thể lan tỏa trong các quy trình công nghiệp trên quy mô lớn.

▪ Mô hình chế tạo mới

Ngành chế tạo công nghiệp hiện nay chủ yếu mang tính loại trừ (nghĩa là sản phẩm được chế tạo ra bằng cách sử dụng vật liệu và loại bỏ lượng dư thừa không cần thiết, như cắt, gọt...), hay hình thành (nghĩa là tạo hình cho vật liệu bằng cách sử dụng công cụ để định hình, ví dụ như đúc). Chế tạo đắp dần, (hay chế tạo cộng (AM)) - thường được gọi là in 3D - bao gồm các kỹ thuật khác nhau để chế tạo

sản phẩm bằng cách đắp thêm vật liệu theo từng lớp, thường sử dụng phần mềm thiết kế hỗ trợ bằng máy tính. Các công nghệ AM phổ biến nhất gồm có tạo hình lắng đọng hợp nhất (Fused Deposition Modelling - FDM), chế tạo sợi nóng chảy, công nghệ in bằng bản in đúc (Stereolithography), xử lý ánh sáng kỹ thuật số và thiêu kết có chọn lọc bằng laser.

Quy trình in 3D được sử dụng để chế tạo các mô hình, các mẫu hay các bộ phận gia công dựa trên vật liệu chất dẻo, kim loại, gốm sứ và thủy tinh. Một sự khác biệt giữa ba ứng dụng chính này là: sự tạo nguyên mẫu nhanh được sử dụng trong NC&PT phục vụ sản xuất mô hình và nguyên mẫu; gia công nhanh được áp dụng ở các giai đoạn sau trong phát triển sản phẩm; và chế tạo nhanh để sản xuất các bộ phận sử dụng cuối dùng các kỹ thuật chế tạo đắp lớp trực tiếp.

▪ *AM có triển vọng tăng công suất của quy trình sản xuất*

Bắt đầu được nghiên cứu chế tạo vào những năm 1980, trước đây AM được sử dụng chủ yếu để tạo các mô hình nguyên mẫu trực quan, có thể rút ngắn được giai đoạn thiết kế sản phẩm. Đây vẫn là một ứng dụng quan trọng cho đến ngày nay và việc tạo nguyên mẫu nhanh đang được sử dụng rộng rãi, bởi các kỹ sư, kiến trúc sư, nhà thiết kế, các chuyên gia y tế, cũng như trong lĩnh vực giáo dục và nghiên cứu. Gần đây hơn, khi vật liệu, độ chính xác và chất lượng tổng thể của sản phẩm đầu ra được cải thiện, in 3D đã mở rộng phạm vi ứng dụng. Ngày nay, các nguyên mẫu được chế tạo bằng in 3D phục vụ cho việc tra lắp và lắp ráp đang được phổ biến rộng rãi và chúng sẽ sớm có giá thành rẻ hơn và được sản xuất nhanh hơn trong thập kỷ tới. Các phát triển công nghệ gần đây bao gồm nâng cao hiệu suất trong chế tạo máy và phạm vi rộng các nguyên vật liệu ứng dụng. Các vật liệu composit (như chất dẻo gia cố bằng sợi) và các vật liệu được phân loại theo chức năng (bằng cách thay đổi cấu trúc vi mô với một gradient cụ thể) đang sử dụng ngày càng nhiều.

Ước tính thị trường AM toàn cầu sẽ tăng trưởng với tốc độ hằng năm khoảng 20% từ 2014 đến 2020. Wohlers Associates (2014) ước

tính doanh thu của các hệ thống và dịch vụ AM sẽ đạt 21 tỷ USD vào năm 2020. Khi các quy trình in 3D tiếp tục hoàn thiện và phát triển, chúng có thể đáp ứng được nhiều nhu cầu quan trọng trên các thị trường công nghiệp, tiêu dùng và y tế. Nhìn chung, công nghệ AM có khả năng sinh lợi ở những nơi cần số lượng nhỏ các sản phẩm phức tạp và được sản xuất theo yêu cầu khách hàng. Công nghệ này cho phép linh hoạt trong thiết kế và có thể cá nhân hóa các mẫu và thành phần phức tạp.

▪ ***AM dẫn tới đổi mới trong chăm sóc sức khỏe, y học và công nghệ sinh học***

Công nghệ in 3D có khả năng mang lại những sản phẩm mới trong y tế, y học và công nghệ sinh học. Các ứng dụng nha khoa được hưởng lợi lớn nhất từ công nghệ in 3D trong lĩnh vực y tế. Các bộ phận răng giả, cấy ghép hông và tay giả (in sinh học hoặc kỹ thuật sinh học) cũng như các nguyên mẫu của bộ xương ngoài đã được đưa vào sử dụng. Máy in ADN và in các bộ phận và các cơ quan cơ thể từ chính các tế bào của bệnh nhân hiện đang trong quá trình phát triển. Các hệ thống sinh học không chỉ được in sinh học tương đồng với con người về mặt di truyền, mà chúng còn có thể phản ứng với sức ép bên ngoài như thể chúng là các bộ phận sống. Các chuyên gia kỹ thuật sinh học ước tính rằng thử nghiệm trên động vật có thể được thay thế bằng việc sử dụng các tế bào người in 3D vào năm 2018. Trong tương lai, những người có yêu cầu ăn kiêng, cụ thể có thể in thực phẩm chức năng hoặc bổ sung dinh dưỡng của mình. Thịt được sản xuất bằng in 3D từ các tế bào sống cũng có thể là một lĩnh vực ứng dụng trong tương lai.

▪ ***AM mang lại lợi ích cho gia công kim loại trong một loạt các lĩnh vực công nghiệp***

Gia công kim loại dựa trên quy trình in 3D, như nóng chảy có chọn lọc bằng laser và nấu chảy chùm tia điện tử rất phổ biến trong ngành công nghiệp ô tô, quốc phòng và hàng không. Nhiều linh kiện đã được sản xuất cho các ứng dụng vũ trụ với số lượng và độ phức tạp sẽ tiếp tục gia tăng. Nghiên cứu sâu hơn về các hợp kim có thể có những tác động lâu dài đối với thăm dò vũ trụ, các thể hệ phi hành gia

tương lai có thể in các thiết bị họ cần dựa trên vật liệu có trọng lượng nhẹ hơn khi phóng. Trong công nghệ năng lượng, AM đang ngày càng được sử dụng cho dịch vụ và bảo trì các bộ phận thay thế có độ phức tạp cao.

▪ ***Số hóa gia tăng nhanh và mối quan tâm về môi trường sẽ ảnh hưởng đến nhu cầu về công nghệ AM***

Việc số hóa công nghệ in 3D sẽ cho phép tích hợp hiệu quả hơn các quá trình thiết kế, chế tạo và phân phối sản phẩm. Do in 3D sẽ thúc đẩy chuyên tải kỹ thuật số, lưu trữ, sáng tạo và sao chép sản phẩm, nó có tiềm năng làm thay đổi các mẫu hình làm việc và dẫn đến một cuộc cách mạng trong sản xuất. Các công ty sẽ bán các mẫu thiết kế thay vì các sản phẩm thực. Việc đặt hàng sẽ là hành động tải một file kết quả cuối cùng, qua đó sẽ kích hoạt các quá trình chế tạo và giao hàng tự động, các công ty liên quan khác nhau có khả năng dễ dàng phối hợp.

In 3D cũng có thể bù đắp cho những tác động môi trường do các quy trình sản xuất và các chuỗi cung ứng làm giảm sản xuất chất thải. Việc chế tạo sản phẩm trực tiếp sử dụng công nghệ in 3D có thể làm giảm số các bước cần thiết cho sản xuất, vận chuyển, lắp ráp và phân phối các linh kiện, giảm lượng nguyên vật liệu bị lãng phí so với các phương pháp sản xuất mang tính loại bỏ truyền thống. Mặt khác, máy in sử dụng polyme bột hoặc nóng chảy vẫn để lại một số lượng nguyên liệu nhất định trên băng máy in thường không được sử dụng lại. Plastic được sử dụng phổ biến nhất cho in vật dụng trong nhà là acrylonitrile butadiene styrene (ABS) có thể tái chế. Các chất dẻo sinh học khác (như axit polylactic (PLA) có khả năng phân hủy sinh học mà không ảnh hưởng đến các tính chất nhiệt, cơ lý và gia công. Tuy nhiên, một nghiên cứu gần đây cho thấy tỷ lệ phát thải các hạt bụi mịn của máy in 3D sử dụng ABS và PLA là rất cao và có thể gây nguy hiểm cho sức khỏe. Thông tin về những tác động đến sức khỏe và môi trường của các vật liệu mới hơn như bột kim loại mịn, được sử dụng trong quá trình thiêu kết laser chọn lọc, vẫn còn ít. Tương tự như vậy, nghiên cứu về năng lượng nhúng trong các vật liệu, dấu vết cacbon

của chúng và khuynh hướng in thừa vật thể gây ra bởi tính đơn giản và phổ biến của công nghệ cần được chú ý hơn nữa.

- ***Việc áp dụng AM rộng rãi vẫn còn phải đối mặt với nhiều trở ngại và rủi ro***

Phạm vi các vật liệu sử dụng trong in 3D hiện vẫn còn hạn chế và việc sử dụng chúng phụ thuộc vào các phương pháp và thiết bị in. Chất lượng và chi tiết bề mặt thường chưa đủ cho sử dụng cuối cùng và yêu cầu bước xử lý sau tốn kém. Các thiết bị in thông thường hoạt động chậm, rất khó giám sát chất lượng trong quá trình in, ngay cả khi đầu in ban đầu với các cảm biến tích hợp đã được phát triển.

Khi kỹ thuật in 3D trở nên dễ tiếp cận hơn, các vấn đề luật pháp và quản lý xung quanh bảo vệ dữ liệu, trách nhiệm sản phẩm và sở hữu trí tuệ sẽ phải đi trước. Các ngành công nghiệp, nhà phát minh và chủ sở hữu nhãn hiệu hàng hóa đã phải đối mặt với những vi phạm quyền sở hữu trí tuệ đáng kể trong các lĩnh vực in ấn cá nhân và nguồn mở. In 3D có thể tạo khả năng phân quyền, vi phạm bản quyền chủ đạo, tương tự như vi phạm bản quyền sản phẩm trong số hóa âm nhạc, sách và phim ảnh. Việc thực thi quyền sở hữu là tốn kém (chi phí kiện tụng, xích mích xã hội), không minh bạch và thường tùy tiện. Các nhà quản lý có thể áp đặt những giới hạn nhất định đối với thiết kế kỹ thuật của máy in nhằm hạn chế việc vi phạm, mặc dù điều này có thể làm chậm sự đổi mới. Việc áp thuế đối với thiết bị hoặc nguyên liệu sẽ ảnh hưởng đến việc sử dụng hợp pháp các máy in 3D. Các nghiên cứu hiện đang được tiến hành để ngăn chặn hành vi vi phạm bản quyền.

Một trở ngại khác cần khắc phục là giá thành của các thiết bị in. Trong những năm gần đây, máy in cá nhân 3D đã xuất hiện trên thị trường tiêu dùng điện tử với giá phải chăng (dưới 1.000 USD), trong khi đó các máy in 3D phức tạp hơn (ví dụ để gia công kim loại) thường được bán với giá hơn 1 triệu USD. Giá thành được dự đoán sẽ giảm nhanh trong những năm tới khi sản lượng tăng. Việc dự đoán chính xác tốc độ triển khai công nghệ này vẫn còn khó khăn, nhưng cuối cùng chắc chắn nó sẽ xâm nhập các quy trình sản xuất các loại sản phẩm khác nhau với số lượng lớn hơn.

2.8. Công nghệ tích trữ năng lượng tiên tiến

Công nghệ tích trữ năng lượng được định nghĩa là một hệ thống hấp thu và lưu giữ năng lượng trong một khoảng thời gian trước khi giải phóng năng lượng theo nhu cầu cung cấp năng lượng hoặc dịch vụ điện. Lĩnh vực công nghệ này cần có những đột phá để tối ưu hóa hiệu suất của các hệ thống năng lượng và tạo điều kiện cho việc tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo.

- ***Công nghệ tích trữ năng lượng rất cần thiết để thu hẹp khoảng cách về thời gian và khoảng cách địa lý giữa cung và cầu năng lượng***

Tính sẵn dùng của năng lượng tái tạo như ánh sáng mặt trời, gió và thủy triều là không liên tục và không phải lúc nào cũng có thể dự đoán trước được. Tỷ trọng điện năng tái tạo đang tăng lên trong lưới điện, nên việc đầu tư vào các công nghệ tích trữ để cho phép điều chỉnh nguồn cung phù hợp với nhu cầu năng lượng ngày càng trở nên quan trọng. Công nghệ tích trữ năng lượng có thể được phân loại thành điện, (điện) hóa, nhiệt và cơ. Chúng có thể được thực hiện ở quy mô nhỏ và lớn theo cả hai cách tập trung hoặc phân tán trong hệ thống năng lượng. Các thiết bị tích trữ năng lượng lưới điện quy mô lớn được sử dụng để cân bằng những biến động điện năng, trong khi đó các hệ thống pin phù hợp hơn cho việc cân bằng không tập trung, với dung lượng lưu trữ hạn chế, thời gian sạc và tự xả kéo dài.

- ***Công nghệ tích trữ năng lượng có tiềm năng kinh tế to lớn với các cơ hội kinh doanh sâu rộng***

Việc triển khai các loại pin kích cỡ lớn và tích trữ năng lượng nhiệt đã gia tăng mạnh mẽ trong thập kỷ qua. Đặc biệt, lĩnh vực pin đã có sự tiến bộ lớn về công nghệ, được phản ánh qua sự tăng vọt số bằng sáng chế trong lĩnh vực này. Một loạt các công nghệ tích trữ năng lượng khác nhau vẫn đang trong giai đoạn phát triển ban đầu, bao gồm pin đa trị, bánh đà tốc độ cao, pin lithium - sulphua và các hệ thống tích trữ năng lượng từ siêu dẫn.

Khả năng phát triển kinh tế của công nghệ tích trữ năng lượng phụ thuộc vào sự phát triển hơn nữa của các công nghệ pin kích cỡ nhỏ và vừa, cũng như các công nghệ lưới điện qui mô lớn tập trung và phân tán. Đặc biệt các loại pin tiên tiến có tiềm năng thay thế động cơ đốt trong ở các loại xe chở khách và hỗ trợ cho việc chuyển đổi sang các ngôi nhà, văn phòng thông minh. Nhìn chung, công nghệ tích trữ năng lượng mới có thể làm thay đổi việc năng lượng được sử dụng ở đâu, khi nào và như thế nào.

▪ ***Các ứng dụng quy mô nhỏ trong thiết bị điện tử tiêu dùng và điện cơ động là những yếu tố tác động nhu cầu quan trọng***

Tích trữ năng lượng điện hóa vẫn chiếm ưu thế trong các công nghệ pin, bao gồm pin axit chì, các hệ thống dựa trên niken, dòng oxy hóa khử nhiệt độ cao và pin ion lithium (khoảng 250 Watt - giờ/kg). Pin có thể sử dụng cho cả các ứng dụng ngắn hạn và trung hạn, chúng có lợi cho việc mở rộng quy mô và hiệu suất. Đa số các thiết bị điện tử tiêu dùng di động, xe chạy điện và hybrid chở khách đều được trang bị pin ion lithium, loại pin này đang ngày càng có giá thành giảm và hiệu suất tăng trong những năm gần đây. Thực tế, các loại pin đặc biệt lớn đang dẫn đầu: ví dụ, giá thành bộ pin ion lithium dùng cho xe chạy điện (EV) đã giảm 40% trong giai đoạn từ năm 2009 - 2013, đưa doanh số bán xe EV tăng lên 665.000 chiếc vào năm 2014 trong khi vào năm 2009 hầu như không có loại xe này chạy trên đường. Pin ion lithium trạng thái rắn là sự phát triển cao hơn của pin ion lithium truyền thống: chúng thay thế điện cực lỏng bằng một vật liệu rắn, có hiệu suất cao hơn và ít nguy hiểm hơn và được dự đoán sẽ khả thi về mặt thương mại trong vài năm nữa. Để làm cho các công nghệ này linh hoạt và có sức hấp dẫn hơn, các nhà sản xuất ô tô đã bắt đầu bán các hệ thống xe kết nối với nhà ở, cho phép khách hàng dùng xe để cung cấp điện cho ngôi nhà và ngược lại. Trong tương lai, các siêu tụ điện (các tụ điện hóa công suất cao) lưu trữ động năng trong chuyển động của con lắc và nạp điện gần như không có thời gian trễ và còn cho phép xe ô tô có thể nạp điện trong thời gian dừng bình thường trong giao thông, ví dụ: tại nút đèn giao thông.

Các hệ thống pin mới khác có thể kể đến như bộ pin kim loại - không khí hiện đang ở giai đoạn nghiên cứu ban đầu. Pin kim loại - không khí sử dụng lithium hoặc kẽm (pin kẽm - không khí hoặc pin nhiên liệu) làm cực cực dương (anốt) và oxy được lấy từ môi trường để làm cực âm (catốt). Điều này làm cho pin có trọng lượng nhẹ với cực catốt có thể tái tạo dùng được lâu dài. Trong thập kỷ tới, mật độ năng lượng có thể tăng lên đến mức các loại xe chạy bằng pin sẽ trở nên có khả năng cạnh tranh về chi phí với xe chạy bằng động cơ đốt trong. Để cải tiến mật độ năng lượng có hai hướng đang được chú ý: phát triển các vật liệu điện cực có điện dung cao hơn và phát triển các loại pin sử dụng hóa học điện áp cao hơn. Đến năm 2020 các sản phẩm này có thể có mặt trên thị trường.

▪ ***Các ứng dụng quy mô lớn trong tích trữ năng lượng lưới sẽ tác động đến cầu***

Sự cố mất điện gây thiệt hại hàng tỷ đôla mỗi năm trên toàn thế giới. Phát điện quá mức tiếp tục là một vấn đề quan tâm lớn. Các hệ thống tích trữ năng lượng quy mô lớn tạo ra khả năng làm cân bằng những biến động điện năng và phân phối chúng. Trong khi các hệ thống pin đặc biệt phù hợp với các ứng dụng phân phối năng lượng quy mô nhỏ, ngắn và trung hạn, dung tích lưu trữ hạn chế và sự tự phóng điện khiến chúng không thích hợp cho việc cân bằng tải. Các hệ thống thay thế được sử dụng để tích trữ năng lượng lưới và cả tích trữ năng lượng thủy điện, như tích trữ thủy điện bằng bơm (PSH), tích trữ năng lượng không khí nén (CAES) và các hệ thống hydro. Các hệ thống PSH được sử dụng rộng rãi và chiếm tới 97% tích trữ năng lượng lưới trên toàn thế giới. Chúng sử dụng những thay đổi về độ cao để tích trữ điện ngoài giờ cao điểm để sử dụng sau này, giống như các nhà máy thủy điện thông thường. Các hệ thống PSH rất phức tạp và là công nghệ lưu trữ duy nhất được áp dụng quy mô lớn tại nhiều nước. Các hệ thống hydrogen và CAES có thể được sử dụng cho các ứng dụng năng lượng dài hạn và đã được Hoa Kỳ và Đức khai thác trong nhiều thập kỷ. Tuy nhiên, các công nghệ này đều có chi phí cao, hiệu suất tổng thấp và làm nảy sinh mối lo ngại về an toàn. Tích trữ năng lượng từ siêu dẫn (SMES) và các siêu tụ điện phục vụ các ứng dụng lưu trữ ngắn hạn - trong khoảng vài giây hoặc vài phút - bằng cách sử

dụng tĩnh điện hoặc từ trường. Bánh đà tích trữ năng lượng quay bằng cách áp dụng một SMES mômen quay. Các siêu tụ điện và bánh đà thường có đặc trưng mật độ công suất cao nhưng mật độ năng lượng thấp, làm cho chúng thích hợp để cân bằng các biến động điện năng ngắn.

▪ ***Công nghệ tích trữ năng lượng tiên tiến dự báo sẽ làm giảm phát thải khí nhà kính***

Công nghệ tích trữ năng lượng được hy vọng sẽ đóng góp cho việc đạt được mục tiêu kịch bản 2°C bằng cách tạo ra khả năng linh hoạt cho hệ thống điện và giảm lượng nhiệt thất thoát. Năng lượng được khai thác từ các nguồn tái tạo sẽ tăng lên nhiều nếu chúng ta có thể kiểm soát sản lượng năng lượng thông qua các giải pháp lưu trữ. Đồng thời, do khai thác năng lượng tái tạo đang ngày càng tăng, nên nhu cầu về công nghệ tích trữ năng lượng cũng sẽ tăng lên. Các hệ thống lưu trữ thông minh và lưới điện thông minh cũng có thể khuyến khích sản xuất năng lượng tái tạo bằng các cơ cấu hợp tác địa phương. Các công nghệ năng lượng mặt trời, gió và pin có chi phí hiệu quả là những đơn nguyên quan trọng cho các hệ thống năng lượng phi tập trung. Ở các nền kinh tế đang phát triển, các hệ thống lưu trữ có tiềm năng mang đến nguồn điện đảm bảo, đáng tin cậy cho các vùng xa xôi mà trước đây không thể tiếp cận.

▪ ***Đẩy mạnh NC&PT để nâng cao hiệu quả tích trữ năng lượng***

Việc nâng cao hiệu quả tích trữ năng lượng cần có những đột phá công nghệ trong các hệ thống tích lũy nhiệt nhiệt độ cao và các công nghệ pin có thể mở rộng quy mô, cũng như trong các hệ thống lưu trữ làm tối ưu hóa hiệu suất của các hệ thống năng lượng và tạo điều kiện tích hợp năng lượng tái tạo. NC&PT về các giải pháp lưu trữ cũng đang được tiến hành nhằm mục đích giảm chi phí trong công nghệ. Chi phí vốn cao cho công nghệ tích trữ vẫn là một rào cản đối với việc triển khai trên diện rộng. Khi các nguyên liệu, công nghệ và các ứng dụng triển khai để tích trữ năng lượng được tạo ra, các kỹ thuật và các giao thức mới cũng cần phát triển để xác nhận tính an toàn của chúng và đảm bảo giảm thiểu nguy cơ thất bại và tổn thất. Ví

độ, lợi ích của pin lithium cần được đánh giá về khía cạnh tác động sức khỏe và môi trường toàn cầu từ việc khai thác và vận chuyển lithium.

2.9. Sinh học tổng hợp

Sinh học tổng hợp là một lĩnh vực nghiên cứu mới về công nghệ sinh học mang đến các nguyên lý kỹ thuật để điều khiển ADN trong các sinh vật. Sinh học tổng hợp cho phép thiết kế và tái tạo các bộ phận sinh học mới và tái thiết các hệ thống sinh học tự nhiên cho các mục đích hữu dụng. Nhánh nghiên cứu mới này được hy vọng sẽ có ứng dụng trên phạm vi rộng trong các lĩnh vực y tế, nông nghiệp, công nghiệp và năng lượng, nhưng nó cũng làm nảy sinh các vấn đề pháp lý và đạo đức quan trọng.

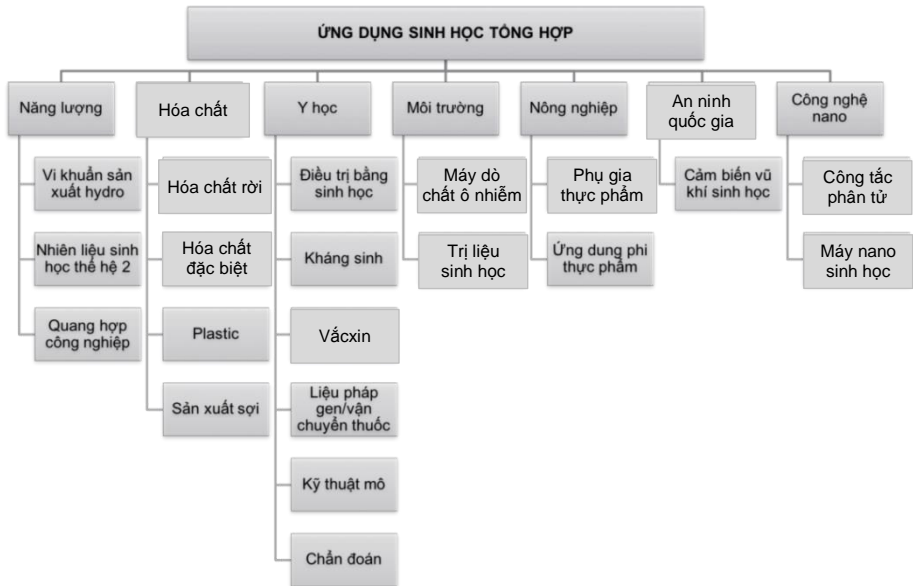
- ***Sinh học tổng hợp tái tạo hình dáng các hệ thống sống trên cơ sở một thiết kế hợp lý***

Con người đã tiến hành thao tác gen bằng cách gây giống có chọn lọc từ cách đây 10.000 năm, nhưng chỉ đến những năm 1970, thao tác trực tiếp trên ADN ở sinh vật mới có thể thực hiện thông qua kỹ thuật di truyền. Sinh học tổng hợp là một lĩnh vực nghiên cứu mới, mở ra một phương pháp tiếp cận kỹ thuật để thao tác trên vật liệu di truyền. Sinh học tổng hợp được định nghĩa là ứng dụng khoa học, công nghệ và kỹ thuật để tạo điều kiện và thúc đẩy việc thiết kế, chế tạo hoặc biến đổi vật liệu di truyền trong cơ thể sống, nó cho phép thiết kế và tạo ra các bộ phận, thiết bị và hệ thống sinh học mới và tái thiết lại các hệ thống sinh học tự nhiên hiện có cho các mục đích hữu ích.

Trong khi kỹ thuật di truyền truyền thống sử dụng các phương pháp thử - và - sai để tạo ra các thiết kế sinh học mới, thì sinh học tổng hợp cố gắng làm thay đổi hình dáng các hệ thống sống dựa trên cơ sở một thiết kế hợp lý. Để làm điều này, sinh học tổng hợp sử dụng các nguyên lý kỹ thuật như chuẩn hóa, mô đun hóa và tính tương thích. Ví dụ, các nhà sinh học tổng hợp tạo ra và phân chia các thành phần chức năng được gọi là “biobricks” dựa trên các chuỗi ADN, có hoặc không thể tìm thấy trong tự nhiên. Biobricks thực hiện một số chức

năng nhất định, có thể kết hợp để tạo ra những đổi mới trong nhiều lĩnh vực, bao gồm y tế, nông nghiệp, công nghiệp và năng lượng.

- **Sinh học tổng hợp nắm triển vọng mang lại những đổi mới căn bản trong nhiều lĩnh vực kinh doanh**



Hình 2.2. Ứng dụng sinh học tổng hợp trong các lĩnh vực

Là một nền tảng công nghệ, sinh học tổng hợp có tiềm năng mang lại những lợi ích kinh tế xã hội quan trọng, tạo ra các doanh nghiệp mới và làm cho các doanh nghiệp hiện thời trở nên có hiệu quả hơn (Hình 2.2). Nó được thúc đẩy bởi một số lĩnh vực thị trường quan trọng như năng lượng (ví dụ nhiên liệu vận tải với chi phí tương đối thấp), y học (phát triển vắc xin), nông nghiệp (cây trồng theo thiết kế) và ngành hóa chất. Ngành này có các ứng dụng trên một phạm vi rộng thông qua sản xuất vật liệu mới dựa trên sinh học, bao gồm cả plastic sinh học và mỹ phẩm thân thiện môi trường (ví dụ như nước hoa tự nhiên được thiết kế tổng hợp). Trong lĩnh vực công nghệ sinh học biển, nhiều ứng dụng đã được dự đoán, nhưng hầu hết vẫn chưa được hình dung. Một ví dụ gần đây đó là biến đổi kỹ thuật gen cho tảo cát để sản xuất nhiên liệu sinh học sử dụng chỉnh sửa gen. Sinh học tổng hợp cũng có thể giúp đạt được các mục tiêu của nền kinh tế sinh học,

nghĩa là giảm phát thải khí nhà kính và an ninh lương thực và năng lượng. Dân số thế giới không ngừng tăng trưởng và mối đe dọa đối với chất lượng nước và đất cũng gia tăng, sinh học tổng hợp cung cấp các ứng dụng nông nghiệp sâu rộng hứa hẹn tăng năng suất và hiệu quả. Ví dụ không chỉ bao gồm các loại cây trồng có khả năng kháng hạn hán và bệnh tật, làm tăng năng suất, mà cả các loại ngũ cốc sản sinh ra phân bón riêng cho chúng.

▪ ***Hai phát triển nổi bật có thể làm thay đổi sinh học tổng hợp***

Thứ nhất, chỉnh sửa gen sử dụng hệ miễn dịch tự nhiên của vi khuẩn để tạo ra những chiếc “kéo phân tử” (molecular scissors) để cắt và thay thế các sợi ADN với độ chính xác cao. Kỹ thuật này đang giúp các nhà khoa học hiểu biết sâu hơn về vai trò của gen đối với sức khỏe và một số bệnh có thể điều trị được bằng cách thay đổi các mô và cơ quan. Các tế bào miễn dịch của người bệnh có thể được lập trình lại khiến chúng tấn công tế bào ung thư; các tế bào miễn dịch có thể trở nên kháng virus, ví dụ như virus HIV; và có thể ngăn chặn chứng bệnh rối loạn di truyền để không truyền sang thế hệ con cháu.

Thứ hai, DIY sinh học (cá nhân tự thao tác sinh học) hoặc “biohacking” là công việc của một cộng đồng các cá nhân và các tổ chức nhỏ, họ tiến hành nghiên cứu và thực hành sinh học và khoa học sự sống bên ngoài các tổ chức chuyên nghiệp. Chi phí cho các thiết bị, công cụ và máy tính giảm, cùng với sự gia tăng thực tiễn phát triển nguồn mở đã thúc đẩy phong trào này, đó là sự “dân chủ hóa” khoa học và cho phép mọi người tiếp cận dữ liệu sinh học của chính mình. Từ năm 2003, chi phí lập trình tự gen đã giảm ít nhất một triệu lần. Chi phí hiệu quả cũng được cải thiện trong tổng hợp gen, mặc dù với tốc độ chậm hơn nhiều. DIY sinh học có thể đại diện cho một động cơ đổi mới tiềm năng tương tự như Thung lũng Silicon, với một số lượng lớn các cá nhân đang khám phá và tìm ra các ứng dụng cho các khối sinh học (biobricks). Trong tương lai, đổi mới trong lĩnh vực này có thể trở nên phổ biến và người sử dụng có thể chấp vá và cải tiến các sản phẩm và dịch vụ từ các công ty lớn, giống như đã xảy ra trong các ngành chế tạo.

- ***An toàn sinh học***

Sự phát triển công nghệ này đặt ra một số rủi ro đối với an toàn và an ninh sinh học. An toàn sinh học bao gồm một loạt các chính sách và thông lệ được thiết kế để bảo vệ người lao động và môi trường tránh các trường hợp áp dụng sai không chú ý hoặc sự phóng thích các tác nhân hay vật liệu nguy hiểm trong phòng thí nghiệm. An ninh sinh học thường liên quan đến việc kiểm soát các vật liệu và thông tin sinh học quan trọng nhằm ngăn chặn việc sở hữu trái phép, lạm dụng hoặc cố tình phóng thích.

Những rủi ro phát sinh do sinh học tổng hợp thường khó đánh giá do số lượng gần như vô hạn các tính chất mới phát triển của các sản phẩm và hệ thống biến đổi gen. Sự khó khăn này càng trầm trọng thêm bởi thực hành nguồn mở trong sinh học tổng hợp. So với nhiều loại hình khoa học khác, việc thử nghiệm trong lĩnh vực này đang đối mặt với bất trắc rủi ro cao hơn do bản chất tự sao chép và có thể truyền lại của sinh vật. Đối với an ninh sinh học, DIY sinh học có thể hướng tới các hoạt động bất hợp pháp, một số có thể đe dọa đến an toàn công cộng (ví dụ vũ khí sinh học). Đối với việc chỉnh sửa gen, mặc dù cần có thêm nhiều kinh nghiệm chuyên môn để tạo ra các tác nhân lây nhiễm, nhưng các cơ quan có thẩm quyền cần đảm bảo sự giám sát và đánh giá thỏa đáng.

- ***Sinh học tổng hợp đặt ra các vấn đề đạo đức***

Mặc dù liệu pháp gen (tức là làm thay đổi các mô bình thường của cơ thể) là một kỹ thuật y học được chấp nhận, nhưng đó không phải là những biến thể làm thay đổi các tế bào sinh sản của người. Kiểu chỉnh sửa bộ gen này (còn được gọi là chỉnh sửa dòng sinh dục - germline editing) về nguyên tắc có thể làm thay đổi bản chất của loài người. Các đại diện đến từ các Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia Hoa Kỳ, Anh và Trung Quốc trong một hội nghị gần đây đã thống nhất về việc tạm ngừng hoạt động làm thay đổi vĩnh viễn đối với bộ gen người. Nhóm này kêu gọi các nhà khoa học trên khắp thế giới tránh xa nghiên cứu chỉnh sửa dòng sinh dục cho đến khi rủi ro được đánh giá tốt hơn và đạt được một sự nhất trí xã hội rộng lớn về sự thích hợp của các kỹ thuật này.

▪ *Những bất định về kỹ thuật và pháp lý*

Tương lai của sinh học tổng hợp phụ thuộc vào phương pháp tổng hợp ADN đáng tin cậy, chính xác và ít tốn kém. Trong khi chi phí cho việc lập trình tự ADN hiện nay là không đáng kể, nhưng chi phí viết mã di truyền cũng cần phải giảm với thang độ tương tự. Những khó khăn về kỹ thuật liên quan đến việc giảm được chi phí tương đương với lập trình tự là rất lớn và tạo nên những rủi ro tài chính cao cho các công ty công nghệ cao thường là các công ty nhỏ đang tham gia phát triển sinh học tổng hợp. Ngoài ra còn nhiều rào cản lớn cần vượt qua trong lĩnh vực tin sinh học và cơ sở hạ tầng phần mềm, mặc dù phần mềm thích hợp có khả năng sẽ sẵn sàng khá lâu trước tổng hợp ADN. Điều này có thể có lợi cho sinh học tổng hợp, nhưng nó làm tăng sự cần thiết về thận trọng an ninh sinh học, do các thiết kế trình tự có thể dễ dàng được gửi đến các nước khác để sản xuất mà không có sự kiểm soát thích hợp. Đồng thời, số lượng lớn các quy định cần tuân thủ để tạo ra các sinh vật biến đổi gen một cách hợp pháp (đặc biệt để tránh nguy hại cho con người và ngăn ngừa sự thoát ra khỏi môi trường kiểm soát) có thể làm hạn chế các ứng dụng.

2.10. Công nghệ blockchain

Blockchain (chuỗi khối) là một cơ sở dữ liệu cho phép truyền tải giá trị trong các mạng máy tính. Công nghệ này được dự báo sẽ phá vỡ một số thị trường bằng cách đảm bảo các giao dịch đáng tin cậy mà không cần thiết phải có một bên thứ ba. Tuy nhiên, sự phát triển công nghệ này cũng là mối đe dọa bởi các vấn đề kỹ thuật vẫn còn cần được giải quyết.

▪ *Công nghệ blockchain là gì?*

Trong khi mục đích của hầu hết các giao thức truyền thống là trao đổi thông tin, blockchain lại tạo khả năng cho các giao thức trao đổi giá trị. Công nghệ mới này tạo điều kiện cho sự nắm bắt chung về giá trị gắn liền với dữ liệu cụ thể và do đó cho phép các giao dịch được thực hiện. Blockchain là hình thức lưu trữ minh bạch tuyệt đối mà mọi cá nhân tham gia đều có quyền truy cập phiên bản đầy đủ. Một khi đã được cập nhật, nó không thể bị thay đổi hoặc xóa trộn mà

chỉ có thể bổ sung và quá trình cập nhật diễn ra đồng thời trên tất cả máy tính trong mạng lưới. Bản thân blockchain là một cơ sở dữ liệu phân tán đóng vai trò như một cuốn sổ cái công khai, được dùng chung và đáng tin cậy mà không ai có thể làm giả (sửa đổi) và mọi người đều có thể kiểm tra. Các giao thức được xây dựng trên blockchain (ví dụ bitcoin) chỉ định rõ cách những người tham gia trong một mạng lưới có thể duy trì và cập nhật sổ cái bằng cách sử dụng mã hóa và thông qua một sự đồng thuận chung. Sự kết hợp giữa tính minh bạch, các quy tắc chặt chẽ và giám sát liên tục có khả năng mô tả đặc điểm một mạng lưới dựa trên blockchain cung cấp đầy đủ các điều kiện để người dùng có thể tin tưởng vào các giao dịch được tiến hành trên mạng lưới, mà không cần đến một tổ chức trung tâm. Như vậy, công nghệ này mang lại tiềm năng giảm chi phí giao dịch bằng cách loại bỏ sự cần thiết của các tổ chức trung gian tin cậy để thực hiện chuyển tải giá trị an toàn. Blockchain có thể phá vỡ các thị trường và các tổ chức công có mô hình kinh doanh hay lý do tồn tại nằm ở việc cung cấp sự tin cậy đằng sau các giao dịch.

▪ ***Công nghệ blockchain có thể gây đổ vỡ nhiều lĩnh vực***

Công nghệ blockchain ban đầu được thiết kế như một công nghệ nền tảng cho bitcoin, một loại tiền tệ kỹ thuật số mà không chịu sự quản lý và không được hỗ trợ bởi bất kỳ ngân hàng trung ương nào. Thay vào đó, công nghệ này nhằm mục tiêu tạo dựng sự tin tưởng vào chính mình (nghĩa là không cần thiết phải có bên trung gian thứ ba) bằng cách ngăn chặn gian lận chi tiêu (double - spending) và liên tục ghi lại các giao dịch tiền tệ và chủ sở hữu. Sự cung ứng bitcoin là tự động, có giới hạn, được phân chia theo lịch trình định sẵn dựa trên một thuật toán xác định tỷ lệ tiền tệ được tạo ra. Như trong giao dịch tiền tệ thông thường, tỉ giá hối đoái bitcoin với các đồng tiền truyền thống được xác định thông qua một hệ thống đấu giá hai đầu (double - auction system). Thiết lập này khuyến khích sự xem xét kỹ lưỡng và do đó đảm bảo cho mạng lưới: nếu bitcoin ngày càng được chấp nhận và giá trị của nó sẽ tăng tương đối so với các đồng tiền khác, ở đây sẽ có sự khuyến khích tính toán thêm để được hưởng lợi.

Trong khi kinh nghiệm về bitcoin đang buộc chúng ta phải suy nghĩ lại về tiền tệ, những tác động được kỳ vọng của công nghệ nền tảng blockchain vượt ra ngoài loại đồng tiền kỹ thuật số này. Công nghệ này có thể gây xáo trộn trong các doanh nghiệp quản lý tài sản, cũng có thể cả các cơ quan chính phủ và nó có thể biến đổi cách thức cung cấp các dịch vụ. Các ứng dụng tiềm năng có thể nhóm thành ba hạng mục sau:

Giao dịch tài chính: Các ứng dụng tài chính của công nghệ blockchain vượt ra ngoài bitcoin và tiền kỹ thuật số. Ví dụ, công nghệ này tạo ra các cơ hội thanh toán bằng chuyển tiền qua biên giới, thường có chi phí giao dịch cao so với số tiền được chuyển. Gọi vốn đám đông (hay gọi vốn cộng đồng) tạo ra một cơ hội khác, vì nó thường liên quan đến những số lượng lớn các nỗ lực quản lý so với quy mô đầu tư cá nhân. Một blockchain có thể “không ủy quyền” như trong bitcoin, bởi nó là một mạng lưới mở đối với tất cả mọi người để đóng góp dữ liệu và sở hữu tập thể cuốn sổ cái; nó cũng có thể được “ủy quyền” bởi chỉ có một hoặc nhiều người dùng trong mạng lưới có thể bổ sung thêm dữ liệu và xác minh nội dung của sổ cái. Các sổ cái ủy quyền (Permissioned ledgers) cung cấp một loạt các ứng dụng trong khu vực tư nhân. Các sở giao dịch chứng khoán (ví dụ như New York Stock Exchange và Nasdaq), các ngân hàng (như Goldman Sachs), các công ty thẻ tín dụng (Master Card) và các công ty bảo hiểm (công ty Bảo hiểm Nhân thọ New York) đã đầu tư gần 1 tỷ USD vào các doanh nghiệp khởi nghiệp sử dụng công nghệ blockchain. Bằng cách thay thế cơ sở hạ tầng ngân hàng cần thiết cho thanh toán chuyển tiền xuyên biên giới, kinh doanh chứng khoán và tuân thủ quy định, công nghệ sổ cái phân tán có thể cắt giảm chi phí cho các dịch vụ ngân hàng toàn cầu lên đến 20 tỷ USD mỗi năm.

Hệ thống ghi chép và xác minh: Công nghệ blockchain cũng có thể sử dụng để tạo ra và duy trì các sổ ghi chép tín nhiệm. Sổ cái phân tán là phương thức ghi chép trung thực, minh bạch và dễ tiếp cận nhất trong lịch sử. Nó có thể được sử dụng để lưu trữ bất kỳ loại dữ liệu nào, bao gồm cả quyền sở hữu tài sản. Các ứng dụng có thể bao gồm việc đăng ký và chứng minh quyền sở hữu đất đai và lương hưu và chứng minh tính xác thực và nguồn gốc của các tác phẩm nghệ thuật,

hàng xa xỉ (ví dụ như kim cương) và các loại thuốc đắt tiền. Ở loại hình ứng dụng này, blockchains có tính “ủy quyền” tức là dựa vào một tổ chức trung gian để cập nhật và lưu trữ số cái. Honduras đã lên kế hoạch xây dựng một hệ thống đăng ký quyền sử dụng đất sử dụng blockchain, điều này có thể làm thay đổi căn bản cách thức các văn phòng công chứng giải quyết đăng ký bất động sản. Số cái blockchain dùng chung cũng có thể mang lại những cải thiện đáng kể cho việc phân bổ nguồn lực trong khu vực công bằng cách củng cố kế toán, tăng tính minh bạch và tạo điều kiện kiểm toán ngăn ngừa tham nhũng và tăng hiệu quả. Công nghệ này có thể đảm bảo tính toàn vẹn của các hồ sơ ghi chép và các dịch vụ của chính quyền, như thu thuế, phân phát các khoản trợ cấp và cấp hộ chiếu. Một số cái dùng chung giữa các cấp khác nhau trong chính quyền có thể đảm bảo các giao dịch nhất quán và không sai sót. Ngoài ra, blockchain có thể cung cấp một phương thức để thúc đẩy các thị trường tài chính phát triển và làm cho các dịch vụ công hiệu quả hơn tại các nền kinh tế mới nổi.

Hợp đồng thông minh: Hợp đồng thông minh (Smart contract) là một thuật ngữ mô tả khả năng tự đưa ra các điều khoản và thực thi thỏa thuận của hệ thống máy tính bằng cách sử dụng công nghệ blockchain. Toàn bộ quá trình của smart contract được thực hiện tự động và không có sự can thiệp từ bên ngoài. Các điều khoản của smart contract tương đương với một hợp đồng pháp lý và được ghi lại bằng ngôn ngữ của máy tính.

Công nghệ blockchain tạo cơ hội để nối thêm dữ liệu bổ sung vào các giao dịch giá trị. Những dữ liệu này có thể chỉ rõ rằng phải đáp ứng các điều khoản nhất định trước khi một giao dịch được tiến hành. Bằng cách này, một giao dịch được thực hiện giống như một hóa đơn, nó sẽ tự động được thanh toán khi hoàn thành các điều kiện nhất định. Những “hợp đồng thông minh” dựa trên blockchain như vậy còn được coi như là một loại tiền tệ có thể lập trình. Các điều khoản chỉ định rõ trong giao dịch là mã lập trình có thể sử dụng để diễn tả việc cung cấp các dịch vụ, giống như lưu trữ dữ liệu trên đám mây (ví dụ Dropbox), các thị trường (ví dụ eBay) và các nền tảng của kinh tế chia sẻ, như Uber và AirBnB. Microsoft đang thiết lập một

hoạt động kinh doanh trong lĩnh vực này để cung cấp dịch vụ cho thuê máy chủ. Hợp đồng thông minh cũng có thể tạo năng lực cho các nền tảng truyền thông, ngăn chặn vi phạm bản quyền và đảm bảo rằng các ca sỹ và các nhà làm phim thu được tiền bản quyền cho việc phân phối nội dung số.

▪ ***Một số bất ổn định về công nghệ còn tồn tại***

Một điều không chắc chắn quan trọng đối với các ứng dụng không có tổ chức trung gian (không ủy thác - unpermissioned) đó là sự an toàn của chúng phụ thuộc rất lớn vào số người dùng. Điều này có nghĩa là các ứng dụng phải mở rộng một cách đầy đủ trước khi trở nên đáng tin cậy. Hơn nữa, thuật toán chuẩn để đảm bảo cho cuốn sổ cái chống gian lận (đang được sử dụng bởi bitcoin) sẽ có cường độ tính toán mạnh hơn khi mạng lưới được kiểm tra kỹ lưỡng hơn. Năng lực tính toán tổng mạng lưới bitcoin đã tăng lên theo cấp số mũ kể từ năm 2010. Khi càng có nhiều người khai thác (miners) tham gia mạng lưới, thuật toán này sẽ làm cho quy trình mã hóa trở nên khó hơn để nhằm duy trì một tỷ lệ sinh tiền bitcoin. Mặc dù thiết lập này khuyến khích kiểm tra kỹ lưỡng nhưng nó cũng đòi hỏi một lượng điện năng lớn để xử lý và xác minh các giao dịch được tiến hành trong mạng lưới, lượng điện này được ước tính tương đương với mức sử dụng điện của cả nước Ailen. Các giải pháp thay thế khác với cường độ tính toán thấp hơn để đạt được một sự thống nhất an toàn hiện đang được phát triển và thử nghiệm. Một sự không chắc chắn khác liên quan đến các hợp đồng thông minh nằm ở mức độ mà các dịch vụ phức tạp có thể được lập trình đầy đủ thành các điều khoản. Để các mạng lưới như vậy có thể tự hoạt động hoàn toàn (nghĩa là không có một công ty hỗ trợ dịch vụ), các lệnh được nhúng trong các giao dịch sẽ cung cấp một định nghĩa dịch vụ toàn diện. Mặc dù điều này có thể thực hiện đối với nhiều dịch vụ thông thường (như tính toán), nhưng câu hỏi đặt ra là liệu có thể đạt được điều này với các ứng dụng phức tạp hơn không, như những nơi họp chợ và nền kinh tế chia sẻ Uber và AirBnB. Những điều này thường đòi hỏi các cơ chế giải quyết tranh chấp khó có thể chuyển thành mật mã và phân định.

- ***Việc giải quyết những điều không chắc chắn về công nghệ có thể tạo khả năng cho các hoạt động bất hợp pháp***

Việc ẩn danh trong các giao dịch làm nảy sinh mối quan tâm đến khả năng khai thác công nghệ cho các hoạt động bất hợp pháp. Trong khi tất cả các giao dịch được thực hiện thông qua blockchain được ghi lại liên tục và không thể thay đổi, nhưng nó chỉ chứa những thông tin liên quan danh tính trên mạng Internet của người tham gia, có thể không nhất thiết chỉ ra danh tính thực của người đó. Một số người sử dụng tiền ảo đã tham gia vào việc sử dụng không thích hợp và các hoạt động bất hợp pháp, bao gồm rửa tiền và chuyển tiền để mua hàng hóa bất hợp pháp. Các phương pháp nhận dạng hiệu quả hơn có thể dẫn đến việc thực thi luật pháp hiệu lực hơn trong các loại tiền tệ kỹ thuật số so với việc sử dụng tiền mặt. Tuy nhiên, các ứng dụng hợp đồng thông minh cũng có thể tạo khả năng hình thành và hoạt động của các thị trường bất hợp pháp, không có một công ty hoặc tổ chức nào chịu trách nhiệm phải tuân thủ quy định.

III. XU HƯỚNG CHÍNH SÁCH KHOA HỌC VÀ ĐỔI MỚI QUỐC GIA

3.1. Động cơ tăng trưởng và đổi mới suy yếu

- *Hiệu suất tăng trưởng gần đây không như mong đợi*

Khoảng tám năm sau cuộc khủng hoảng tài chính, tăng trưởng kinh tế của phần lớn các nước trên thế giới vẫn còn khiêm tốn. Tăng trưởng GDP toàn cầu năm 2016 (+3%) đã ổn định gần bằng mức của năm 2015. Đây là tỷ lệ thấp nhất trong vòng 5 năm qua. Tốc độ tăng trưởng GDP không đạt mức trung bình trong thời gian dài và thấp hơn nhiều so với mức kỳ vọng cho giai đoạn phục hồi. Do đó, các dự báo tăng trưởng GDP gần đây đã được điều chỉnh theo hướng giảm xuống.

Lo ngại về rủi ro gia tăng trên toàn cầu đã dẫn đến sự sụt giảm mạnh dòng vốn và thương mại toàn cầu. Thương mại toàn cầu phục hồi sau cuộc suy thoái kéo dài không lâu. Từ năm 2011, tốc độ tăng trưởng xuất khẩu các sản phẩm và dịch vụ chậm lại đáng kể. Tăng trưởng trên phạm vi toàn cầu suy yếu và sự sụt giảm nhu cầu trong nước đã gây sức ép đến nền sản xuất của Trung Quốc, làm giảm xuất khẩu và tác động đến các thị trường mới nổi thông qua thương mại hàng hóa. Sự thu hẹp kim ngạch nhập khẩu của Trung Quốc và các nền kinh tế lớn mới nổi khác cũng làm giảm nhu cầu xuất khẩu của các nền kinh tế tiên tiến.

Các yếu tố trên đã góp phần vào sự phục hồi mờ nhạt của các nền kinh tế tiên tiến. Tại Hoa Kỳ, nền kinh tế phục hồi được là nhờ khu vực tư nhân tạo đà, nhưng động lực từ nhu cầu trong nước và lợi ích của việc làm sẽ dần mờ nhạt khi thị trường lao động đạt mức tạo đủ việc làm. Tại Nhật Bản, tăng trưởng kinh tế và triển vọng chung vẫn còn yếu do hoạt động kém của các đối tác thương mại quan trọng, tiêu dùng cá nhân thấp và sự thắt chặt của các chính sách nhằm ổn định tỷ lệ nợ trên GDP.

Trong khu vực đồng euro, tăng trưởng GDP dự kiến sẽ chậm với mức đầu tư thấp và tỷ lệ thất nghiệp cao. Khu vực này vẫn trên đà

tăng trưởng thấp và đang nỗ lực tạo lòng tin để thu hút đầu tư nhằm thúc đẩy đổi mới, tăng năng suất và việc làm. EU cũng đang phải đối mặt với những thách thức chính trị to lớn (bao gồm cuộc khủng hoảng người tị nạn, các mối đe dọa an ninh bên ngoài, các biện pháp thắt chặt không được lòng dân, phong trào chống châu Âu và những tác động do quyết định rời khỏi EU mới đây của Vương quốc Anh). Những thách thức này tác động xấu đến sự gắn kết và có thể làm giảm đầu tư. Sự phục hồi chậm của châu Âu là một yếu tố chủ yếu tác động đến sự phục hồi trên phạm vi toàn cầu và khiến cho khu vực này dễ bị tổn thương trước những cú sốc toàn cầu.

Theo mô hình của những năm gần đây, tăng trưởng đã chậm lại trong các nền kinh tế mới nổi đang bắt kịp. Ở Trung Quốc, sự chuyển dịch cơ cấu theo hướng dịch vụ cùng với việc dư thừa công suất trong công nghiệp, sẽ tiếp tục ảnh hưởng đến triển vọng tăng trưởng của quốc gia. Suy thoái kinh tế ở Brasil có thể sẽ trầm trọng hơn do bất ổn chính trị và lạm phát tăng cao. Tình trạng suy thoái ở Nga đã chạm đáy, nhưng sự phục hồi vẫn gắn với giá dầu biến động. Triển vọng tăng trưởng ở Ấn Độ sáng sủa hơn dù sự cố lũ lụt gần đây đe dọa tiến trình này. Sự suy giảm triển vọng tăng trưởng đã làm giảm giá cổ phần và dẫn đến biến động lớn của thị trường, khiến cho một số thị trường mới nổi dễ bị tác động trước những biến động của tỷ giá hối đoái và nợ trong nước cao.

▪ ***Đầu tư tài sản vô hình dường như chậm lại***

Dù điều kiện cấp kinh phí khó khăn và triển vọng thị trường bất lợi, nhưng các chủ thể kinh doanh vẫn chú trọng đầu tư cho các sản phẩm trí tuệ (SHTT) như phần mềm máy tính, cơ sở dữ liệu và NC&PT nhiều hơn các loại đầu tư hữu hình khác như trong lĩnh vực công nghệ thông tin (CNTT). Đầu tư cho tài sản vô hình giúp vượt qua khủng hoảng nhanh và phục hồi kinh tế sớm hơn. Vì thế, chỉ tiêu NC&PT của các nước OECD năm 2012 đã tăng cao hơn mức trước năm 2007.

Nhiều dấu hiệu cho thấy đầu tư cho vốn tri thức không tăng ở nhiều nước, đặc biệt là từ năm 2012. Dữ liệu tài chính quốc gia gần đây đã đề cập đến NC&PT trong tổng chi phí đầu tư, cho thấy tại

Australia, Israel, Nhật Bản và nhiều nước châu Âu, đầu tư vốn tri thức đã chậm lại dù các quốc gia này đã có danh mục tài sản trí tuệ tăng mạnh trong những năm gần đây. Tương tự, các tính toán gần đây của OECD dựa vào dữ liệu từ mạng lưới INTAN-Invest cho thấy xu hướng giảm liên tục chi cho hoạt động tổ chức và đào tạo của doanh nghiệp trong EU và ở Hoa Kỳ kể từ năm 2007.

Tuy nhiên, bức tranh đầu tư vốn tri thức có sự khác biệt lớn giữa các nền kinh tế. Một số quốc gia như Estonia, Hàn Quốc, Vương quốc Anh và Hoa Kỳ, tiếp tục tăng đầu tư cho danh mục vốn tri thức. Vì thế, sự chênh lệch giữa các nước về năng lực đổi mới ngày càng gia tăng. Các Tổng quan KHCN&ĐM trước đây nhấn mạnh tình trạng phục hồi kinh tế không đều, sẽ nới rộng khoảng cách giữa các quốc gia tăng trưởng chậm lại hoặc tăng trưởng thấp (và có thể khó duy trì chi NC&PT) với các quốc gia có mức tăng trưởng cao hơn (đây là điều kiện thuận lợi để mở rộng hoạt động NC&PT của quốc gia). Dữ liệu tài chính quốc gia tương tự cho thấy trong cuộc khủng hoảng, tài sản vô hình được đầu tư lớn và trong những năm gần đây, xu hướng này vẫn tiếp diễn ở Hàn Quốc, Israel và Úc. Kể từ năm 2010, hoạt động đầu tư cho tài sản vô hình đã được khôi phục rõ nét ở Hoa Kỳ, nhưng chỉ tăng chậm ở Nhật Bản và trong khu vực đồng euro. Hồ sơ đầu tư của các nước có sự khác biệt đáng chú ý ngay cả trong khu vực châu Âu, báo hiệu về mối đe dọa ngày càng lớn đối với sự gắn kết kinh tế của đại lục này trong tương lai.

Các kết quả đổi mới bắt nguồn từ quá trình tích lũy, cụ thể là tích lũy tri thức, vốn và công nghệ. Nếu các điều kiện kinh tế vẫn suy yếu, do tăng trưởng toàn cầu chững lại, thì các nước bị mắc kẹt trên con đường tăng trưởng thấp phải đấu tranh để duy trì đầu tư và năng lực đổi mới. Về trung hạn, khoảng cách giữa các nước đi đầu về đổi mới và nhiều quốc gia khác có thể sẽ nới rộng hơn.

▪ ***Tăng trưởng năng suất thấp và ngân sách công đang chịu áp lực***

Động lực của doanh nghiệp suy giảm kết hợp với việc giảm tốc độ tích lũy vốn tri thức, đã làm cho tăng trưởng năng suất chậm lại.

Tình trạng này đã diễn ra ở nhiều nước OECD trước cuộc khủng hoảng tài chính, một phần là do sự chuyển dịch cơ cấu theo hướng dịch vụ và giảm đầu tư kể từ những năm 2000. Về trung hạn và dài hạn, năng suất là yếu tố thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và sự sụt giảm năng suất là yếu tố chủ yếu làm cho hiệu suất tăng trưởng mờ nhạt trong thập kỷ qua.

Các điều kiện kinh tế suy yếu cũng đã làm giảm khối lượng tiền thu thuế và ngân sách công cho KHCN&ĐM. Hỗ trợ của chính phủ cho NC&PT quốc gia tăng thêm, phần nào đã bù đắp cho sự giảm sút hoạt động NC&PT của doanh nghiệp trong và sau khủng hoảng. Nhưng, theo quan điểm về triển vọng và phát triển ngân sách NC&PT công, thì sự phục hồi của hoạt động NC&PT không thể được thúc đẩy bởi đầu tư công. Thật vậy, phân bổ ngân sách chính phủ cho NC&PT (GBAORD) của OECD trong giai đoạn 2014 - 2016 đã giảm hoặc chững lại ở hầu hết các nước OECD cũng như các nền kinh tế lớn mới nổi theo xu hướng hậu khủng hoảng.

Sự cân bằng của tăng trưởng thấp với đặc trưng là nhu cầu thấp, đầu tư thấp, lạm phát thấp, tăng trưởng tiền lương và năng suất với tỷ lệ thấp đang cản trở khả năng cải thiện mức sống, tái phân bổ thu nhập và củng cố ngân sách công. Để giải quyết vấn đề này, cần khôi phục đầu tư và tăng trưởng tiền lương của khu vực tư nhân, trong đó có vai trò quan trọng của đổi mới trong việc thúc đẩy mạnh mẽ động lực kinh doanh và tăng trưởng năng suất của doanh nghiệp.

3.2. Thoát khỏi bẫy tăng trưởng chậm và đẩy mạnh tăng trưởng kinh tế

▪ *Khôi phục năng lực cạnh tranh*

Các chiến lược đổi mới quốc gia được lồng ghép ngày càng nhiều vào chương trình năng lực cạnh tranh quốc gia. Nội dung cốt lõi của các kế hoạch KHCN&ĐM quốc gia là tăng năng lực chuyên đổi của các doanh nghiệp nội địa. Dưới đây là những sáng kiến quan trọng đã được một số quốc gia đổi mới trên quy mô lớn và ở cấp EU áp dụng:

- Năm 2014, Australia đã thông qua Chương trình Đầu tư công nghiệp và Năng lực cạnh tranh quốc gia (IICA) và thành lập đội đặc nhiệm cấp bộ để đẩy mạnh tăng năng suất thông qua đổi mới và NC&PT. Trong khuôn khổ của chương trình này, Chính phủ đã áp dụng chính sách công nghiệp và thực hiện chuyển đổi nghiên cứu được tài trợ công thành các kết quả thương mại để tăng tính năng động của nền kinh tế. Đến năm 2015, trên cơ sở của IICA, Chương trình Đổi mới và Khoa học quốc gia (NISA) được xây dựng nhằm thúc đẩy hoạt động KHCN&ĐM của Australia trong bốn lĩnh vực quan trọng bao gồm vốn và văn hóa, hợp tác, nhân tài và kỹ năng, quản lý.

- Năm 2014, Đức đã sửa đổi Chiến lược Công nghệ cao nhằm kết hợp hài hòa quan điểm thị trường trong các lĩnh vực công nghệ cụ thể với nhu cầu giải quyết thách thức xã hội. Nội dung sửa đổi này tập trung vào đổi mới DNNVV.

- Ở Nhật Bản, Kế hoạch cơ bản về KH&CN lần thứ 5 (2016 - 2020) cung cấp định hướng trung và dài hạn của chính sách KHCN&ĐM quốc gia và giải quyết thách thức chính sách bắt nguồn từ việc tăng năng lực cạnh tranh của ngành chế tạo.

- Năm 2015, Hàn Quốc đã công bố kế hoạch hành động để thực hiện Kế hoạch cơ bản về KH&CN lần thứ 3. Quốc gia này đã dành 21 tỷ USD để đầu tư cho NC&PT quốc gia, cũng như phát triển các công nghệ chiến lược và xây dựng các ngành công nghiệp mới.

- Kế hoạch Năng suất mới của Anh nhằm mục tiêu tạo môi trường và cơ sở hạ tầng cần thiết để thúc đẩy các quá trình đổi mới sáng tạo trong nghiên cứu và các lĩnh vực hoạt động theo mô hình giao dịch trực tiếp giữa các doanh nghiệp. Kế hoạch này đã đưa ra một số giải pháp để cải thiện môi trường kinh doanh và đảm bảo cạnh tranh trên quy mô lớn.

- Năm 2015, Hoa Kỳ đã cập nhật Chiến lược Đổi mới quốc gia để định hướng đầu tư cho các đơn vị tham gia vào quá trình đổi mới và đẩy mạnh phát triển thị trường cạnh tranh và tinh thần khởi nghiệp.

Tiềm năng của nghiên cứu và đổi mới góp phần làm tăng hiệu quả và năng suất kinh tế, cũng đã được các nền kinh tế mới nổi chú trọng.

Trung Quốc đã xây dựng Kế hoạch 5 năm lần thứ 13 (2016 - 2020) với mục tiêu tăng cường năng lực cạnh tranh KH&CN quốc gia và nâng tầm ảnh hưởng đến quốc tế, cũng như tạo đột phá trong những lĩnh vực công nghệ cốt lõi và quan trọng nhằm hỗ trợ tái cơ cấu kinh tế và nâng cấp ngành công nghiệp. Chiến lược KH&CN quốc gia của Brasil (ENCTI) (2016 - 2019) nhằm thu hẹp khoảng cách công nghệ của quốc gia và tập trung vào một số ngành công nghiệp triển vọng (năng lượng tái tạo, dầu mỏ dưới biển, không gian, công nghệ thông tin...). Năm 2015, Liên bang Nga đã công bố Sáng kiến công nghệ quốc gia, một mô hình dài hạn mới để đạt khả năng dẫn đầu về công nghệ thông qua các thị trường công nghệ mới (ví dụ máy bay không người lái cho các ngành công nghiệp và dịch vụ, các sản phẩm công nghệ thần kinh, các giải pháp dựa vào mạng lưới để phân phối thực phẩm theo yêu cầu). Chương trình KH&CN đặc biệt của Mêhicô (2014 - 2018), Kế hoạch quốc gia Đa dạng hóa sản xuất của Peru (PNDP) (từ năm 2014), Kế hoạch KH&CN 10 năm của Thái Lan hoặc Kế hoạch phát triển 5 năm lần thứ 10 của Thổ Nhĩ Kỳ (2014 - 2018) là những sáng kiến tương tự nhằm tăng năng lực cạnh tranh quốc gia thông qua NC&PT và đổi mới.

▪ ***Thúc đẩy tiềm năng đổi mới của doanh nghiệp***

Đối với các DN VVN, các điều kiện tài trợ cho đổi mới vẫn chưa rõ ràng. Các nguồn tài trợ cho khởi nghiệp đã sụt giảm mạnh do tác động của cuộc khủng hoảng. Các doanh nghiệp nhỏ vẫn đang nỗ lực để khôi phục biên lợi nhuận, vẫn là một nguồn tài trợ chính. Các nguồn tài trợ bên ngoài như vốn vay ngân hàng, vốn mạo hiểm và đầu tư của các thiên thần kinh doanh dễ tiếp cận hơn nhưng với tốc độ chậm và không đồng đều giữa các nước.

Tuy nhiên, tình huống của các doanh nghiệp lớn lại khác. Thứ nhất, các doanh nghiệp lớn, đặc biệt là các công ty đa quốc gia, ít phụ thuộc vào vốn vay ngân hàng để đầu tư cho đổi mới. Vì thế, họ ít bị ảnh hưởng bởi các chính sách thắt chặt của ngân hàng trong những năm qua. Thứ hai, lợi nhuận của doanh nghiệp phục hồi nhanh sau khủng hoảng và một số doanh nghiệp còn có dự trữ tiền mặt lớn, vẫn chưa sử dụng để đầu tư. Sự bất ổn về nhu cầu và lo ngại rủi ro do

trọng cung góp phần làm cho triển vọng kinh doanh không mấy sáng sủa và đầu tư thấp, cũng như hạn chế tiềm năng hoạt động đổi mới.

Mặc dù hầu hết các hoạt động NC&PT do doanh nghiệp thực hiện, vẫn được cấp kinh phí từ ngành công nghiệp (mức trung bình năm 2013 của các nước OECD là 86,5%), nhưng tài trợ công đã tăng mạnh trong thập kỷ qua. Ở Canada, Chilê, Pháp và Hungary, hơn 1/4 hoạt động NC&PT của doanh nghiệp được cấp kinh phí thông qua cả hỗ trợ tài chính trực tiếp và gián tiếp. Ở Liên bang Nga, tài trợ công tăng đỉnh điểm lên mức 62%. Tỷ lệ chi cho NC&PT của doanh nghiệp (BERD) được tài trợ công, đã tăng ở Bỉ, Ailen, Aixolen, Pháp và Canada. Kể từ năm 2006, cường độ tài trợ công cũng tăng theo tỷ lệ phần trăm GDP ở hầu hết các nước và đặc biệt rõ nét ở Slovenia, Bỉ, Pháp và Ailen.

Phần lớn ngân sách của chính phủ cho NC&PT đã được phân bổ cho khu vực doanh nghiệp thay vì cho nghiên cứu công, báo hiệu sự thay đổi nội dung chính sách trong các mục tiêu chiến lược (tăng năng lực đổi mới của doanh nghiệp), các công cụ và mục tiêu (doanh nghiệp). Chính sách thay đổi là do các thỏa thuận thuế NC&PT hào phóng. Từ năm 2006 đến năm 2013, tỷ lệ miễn thuế cho NC&PT đã tăng ở hầu hết các nước. Tại các quốc gia này, phần tài trợ của Chính phủ cho NC&PT của doanh nghiệp cũng đã tăng nhanh hơn so với phần dành cho nghiên cứu công.

Tuy nhiên, ở nhiều quốc gia, tài trợ trực tiếp thông qua trợ cấp, vốn cổ phần và mua sắm công vẫn là kênh hỗ trợ công chính cho NC&PT doanh nghiệp. Trợ cấp, vốn cổ phần và các công cụ vay vốn (như tiền vay, bảo lãnh và các cơ chế chia sẻ rủi ro) là những công cụ chính sách được sử dụng phổ biến nhất tại nhiều quốc gia theo khảo sát của OECD năm 2016. Cùng với các ưu đãi thuế và tư vấn công nghệ, các công cụ này ngày càng phù hợp với hỗn hợp chính sách ở nhiều nước. Tuy nhiên, nhiều chính sách vẫn tập trung sử dụng tài trợ cạnh tranh và ưu đãi thuế cho NC&PT. Cả hai công cụ này được xem là phù hợp nhất trong hỗn hợp chính sách ở phần lớn các quốc gia.

Song, sự cân bằng tương đối giữa các công cụ tài trợ KH&CN&ĐM của các quốc gia có sự khác biệt lớn dù các chính sách

KHCN&ĐM vẫn có một số xu thế chung. Ví dụ, Bỉ, Canada, Pháp và Hà Lan đã áp dụng phương thức tài trợ gián tiếp thông qua ưu đãi thuế NC&PT để hỗ trợ doanh nghiệp. Nhưng Estonia, Phần Lan, Đức, Mêhicô, Thụy Sĩ và Thụy Điển chỉ hỗ trợ trực tiếp. Trung Quốc là trường hợp ngoại lệ có danh mục tài trợ bằng vốn cổ phần.

Những thay đổi gần đây của phương thức tài trợ trực tiếp phụ thuộc nhiều vào cách tiếp cận thân thiện với thị trường, khuyến khích chọn lọc trên cơ sở cạnh tranh và tổ chức hiệu quả các chương trình hỗ trợ công. Đơn giản hóa chính sách KHCN&ĐM đã trở thành một vấn đề quan trọng đối với nhiều nước OECD và các nền kinh tế không thuộc OECD do tính phức tạp ngày càng tăng của chính sách đổi mới và ngân sách eo hẹp hiện đang gây sức ép lên tài khoản công của quốc gia. Các chương trình nghị sự chính sách được đơn giản hóa góp phần tạo thuận lợi cho khả năng tiếp cận hỗ trợ công và khuyến khích phổ biến rộng rãi các chương trình này. Trong giai đoạn 2014 - 2016, xu hướng đơn giản hóa việc thực thi chính sách vẫn tiếp tục được duy trì và nhiều quốc gia đã củng cố và hợp nhất các chương trình hỗ trợ hiện có. Tuy nhiên, rất ít quốc gia nhận thấy tác động tiêu cực của động thái đó đến toàn bộ hỗ trợ tài chính công được phân bổ. Ngược lại, đối với một số quốc gia, bao gồm Bỉ, Thụy Điển, Thổ Nhĩ Kỳ và các nền kinh tế mới nổi (Brasil, Colombia, Costa Rica và Indonesia), những nội dung sửa đổi theo hướng này trong hỗn hợp chính sách liên quan đến sự gia tăng hỗ trợ công. Phần Lan là nước duy nhất đã cắt giảm các chương trình được áp dụng và tổng số tiền hỗ trợ công.

Do tác động của cuộc khủng hoảng, các quốc gia chú trọng hơn đến vốn vay và vốn cổ phần trong hỗn hợp chính sách về đổi mới và tinh thần khởi nghiệp để bù đắp cho nguồn tài trợ eo hẹp của tư nhân.

Trong thời gian gần đây, các điều kiện tín dụng đã được nói lỏng dần, khi các ngân hàng đạt mức giãn nợ cần thiết và có khả năng cho vay. Tuy nhiên, nhiều nước đang cố gắng để bổ sung tín dụng cấp cho DNNVV và nguồn vốn vay từ ngân hàng dành cho DNNVV vẫn đang thu hẹp ở nhiều nước bao gồm Canada, Hoa Kỳ và một số nước châu Âu. Chính phủ các nước đã sử dụng rộng rãi hình thức bảo lãnh vay vốn và các cơ chế chia sẻ rủi ro để DNNVV dễ tiếp cận với nguồn

vốn. Trong giai đoạn 2014 - 2016, Áo, Latvia, Ba Lan và Vương quốc Anh đã nỗ lực đi theo hướng này.

Cuộc khủng hoảng tài chính đã nói rộng khoảng cách đầu tư, đặc biệt là ở giai đoạn hạt giống và những giai đoạn đầu phát triển kinh doanh khi các doanh nghiệp thiếu tài sản thế chấp để tiếp cận vốn vay ngân hàng. Đầu tư cổ phần giảm mạnh trong giai đoạn khủng hoảng và sau đó phục hồi chậm. Năm 2014, ở Hungary, Hàn Quốc, Liên bang Nga, Nam Phi và Hoa Kỳ, đầu tư bằng vốn mạo hiểm đã trở lại mức trước khủng hoảng. Thị trường cổ phiếu tư nhân ở Hoa Kỳ rất năng động khi mức đầu tư tăng gấp đôi trong giai đoạn 2014 - 2015. Tình hình đầu tư tại khu vực EU mờ nhạt hơn, đặc biệt là ở những giai đoạn đầu phát triển kinh doanh. Trái lại, các hoạt động của thiên thần kinh doanh nhìn chung đã tăng trong gian đoạn 2007 - 2015. Các nhà đầu tư thiên thần đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái khởi nghiệp và thường cung cấp vòng vốn cổ phần đầu tiên, sau khi vốn của các thành viên sáng lập, bạn bè và gia đình đã cạn kiệt. Các thiên thần đầu tư còn cung cấp các dịch vụ, chìa khóa dẫn đến thành công như cố vấn, tư vấn kinh doanh và truy cập vào các mạng lưới. Trong thập kỷ qua, số lượng các nhóm và mạng lưới đầu tư thiên thần đã tăng đều ở Hoa Kỳ và khu vực EU. Đầu tư thiên thần ở Hoa Kỳ năm 2014 đã đạt khoảng 24,1 tỷ USD. Hoạt động của các nhóm thiên thần đầu tư cũng trở nên phổ biến trong nhiều nền kinh tế mới nổi.

Chính phủ các nước đã củng cố thị trường chứng khoán nội địa, đặc biệt là vốn hạt giống thông qua các quỹ đầu tư mạo hiểm mới hoặc hoàn trả và các loại quỹ của quỹ (Bi, Cộng hòa Séc, Pháp và Italia). Ngoài ra còn có sự xuất hiện của các chương trình hỗ trợ mới cho thiên thần kinh doanh và cơ sở mới hợp tác đầu tư (Úc, Pháp, Aixolen, Ba Lan, Tây Ban Nha và ở cấp EU). Một số quốc gia đã triển khai áp dụng cả hai công cụ để đáp ứng đầy đủ nhu cầu tài trợ cho đổi mới (Hy Lạp, Hà Lan). Bồ Đào Nha đã công bố quỹ hỗ trợ thông qua vốn vay và vốn cổ phần.

Dù chính sách gần đây chủ yếu tập trung vào tiềm năng đổi mới kinh doanh và tinh thần khởi nghiệp để thúc đẩy tăng trưởng kinh tế,

nhưng sự hỗ trợ từ chính phủ dành cho khu vực này không thay đổi lớn về trọng tâm, hình thức và mục tiêu. Về hiện trạng ngân sách, chính phủ nhiều nước đã áp dụng cách tiếp cận chính sách "không chi". Trong đó, họ ưu tiên các công cụ chính sách trước mắt không cần thêm chi tiêu công, đặc biệt là mua sắm công và các ưu đãi thuế cho NC&PT và đổi mới.

Chính phủ các nước đã áp dụng ngày càng phổ biến cách tiếp cận chính sách đổi mới trên phạm vi rộng bằng cách kích thích nhu cầu đổi mới, đặc biệt là trong các lĩnh vực liên quan đến nhu cầu cấp thiết của xã hội mà hành động của chính phủ có thể bổ sung các cơ thị trường với mức chi tiêu tài chính tối thiểu. Nhiều năm trở lại đây, trong khu vực OECD, mua sắm công chiếm trung bình 12% GDP và là trọng tâm của chính sách. Trong thập kỷ qua, chính sách KHCN&ĐM đã có sự chuyển hướng đáng chú ý, không còn chú trọng vào các công cụ trọng cung. Năm 2014, nhiều quốc gia cho biết trong vòng 5 năm tới sẽ chú trọng hơn đến các công cụ trọng cầu, dù phần lớn các quốc gia hy vọng các công cụ trọng cung vẫn chiếm ưu thế. Từ đó, các sáng kiến của chính phủ để thúc đẩy đổi mới kinh doanh thông qua mua sắm công đã tăng gấp nhiều lần, đưa chính sách KHCN&ĐM trở thành một trong những lĩnh vực thiết thực nhất trong giai đoạn này.

Nhiều quốc gia đã điều chỉnh cơ cấu tổ chức quản lý để sử dụng mua sắm công nhằm thúc đẩy đổi mới. Mua sắm công đã trở thành đặc trưng chính của các chương trình đổi mới (Australia, Canada, Croatia, Hàn Quốc, Latvia và New Zealand), các kế hoạch về tinh thần khởi nghiệp (Estonia), các chiến lược chuyên môn hóa thông minh (Hy Lạp, Hungary), các kế hoạch công nghiệp (Thổ Nhĩ Kỳ) và các chính sách đổi mới khu vực công (Israel). Thụy Điển hiện đang nghiên cứu chiến lược mua sắm công và đã thành lập Cục Mua sắm công Quốc gia. Hà Lan đã công bố kế hoạch hành động mới và cam kết thực hiện hoạt động mua sắm công theo hướng hoàn toàn bền vững. Các sáng kiến mua sắm công nhằm mục tiêu tăng cường đối thoại giữa người mua và nhà cung cấp (Ailen), phổ biến các phương pháp thực hành tốt (Pháp, Hà Lan) cũng như thiết kế và đáp ứng hoạt động đấu thầu công có lợi cho đổi mới (Pháp) đã được định hình. Một

số nước cũng đang cung cấp hỗ trợ tài chính theo mục tiêu: Hàn Quốc đã giảm 20% chi phí mua sắm các sản phẩm chất lượng cao. Ngoài ra, các khuôn khổ và thủ tục pháp lý đã được điều chỉnh để đơn giản hóa việc tiếp cận với các thị trường mua sắm (Italia, Latvia, Thổ Nhĩ Kỳ), đặc biệt đối với các DNNVV và doanh nghiệp khởi nghiệp (Nhật Bản và Hàn Quốc). Vì trước đây, nhiều quốc gia đã kỳ vọng các công cụ trọng cầu sẽ chiếm ưu thế hơn trong tương lai (Áo, Chilê, Costa Rica, Đức, Hàn Quốc, Litva, Bồ Đào Nha và Thái Lan), nên xu hướng cải cách mạnh mẽ hơn các phương thức mua sắm công xem ra có vẻ phù hợp.

Dù ít được sử dụng phổ biến hơn các khoản tài trợ và các công cụ tài trợ trực tiếp khác, nhưng ưu đãi thuế NC&PT đã bổ sung cho các khoản trợ cấp trực tiếp khi các quy định quốc tế (như của EU, WTO) giới hạn nguồn viện trợ trực tiếp của nhà nước. Kể từ đầu những năm 2000, việc giảm thuế NC&PT đã được đơn giản hóa (như thông qua bãi bỏ quy định gia tăng) và trở nên hào phóng hơn (như tăng tỷ lệ giảm thuế), vì thế, số lượng người được hưởng lợi tăng lên (như bằng cách tăng hoặc bỏ mức trần chi tiêu phù hợp). Sự thay đổi chính sách đặc biệt đáng chú ý ở một số nước trong đó hỗ trợ gián tiếp thậm chí đã thay thế tài trợ trực tiếp (ví dụ Pháp).

Nếu ngày càng nhiều quốc gia đưa vào áp dụng các chương trình ưu đãi thuế cho đổi mới, thì mối quan hệ tương đối của các chương trình này trong hỗn hợp chính sách tổng thể vẫn sẽ không đều giữa các nước. Ở nhiều nước, giảm thuế chỉ là một phần nhỏ hỗ trợ công dành cho đổi mới doanh nghiệp với tỷ lệ trung bình của OECD khoảng 33%. Đứng đầu bảng xếp hạng là các nước chú trọng ở mức cao công cụ này. Ở dưới bảng xếp hạng là các quốc gia coi công cụ này có tầm quan trọng ở mức trung bình hoặc thấp. Ưu đãi thuế NC&PT có liên hệ mật thiết đến chi phí tương đối khi so với các công cụ tài trợ trực tiếp khác trong toàn bộ gói tài trợ công cho NC&PT. Tuy nhiên, đáng chú ý là nhiều quốc gia nằm giữa bảng xếp hạng có tỷ lệ tài trợ gián tiếp dao động từ 10% đến 50% tổng số tài trợ công.

Trong giai đoạn 2012 - 2014, các chương trình thuế NC&PT tương đối ổn định và nằm trong số những lĩnh vực chính sách KHCN&ĐM ít thay đổi nhất trên toàn cầu. Tuy nhiên, từ năm 2014 - 2016, nhiều thay

đổi đã diễn ra. Các chương trình thuế NC&PT mới (Latvia, Cộng hòa Slovakia) và tín dụng thuế khấu trừ thu nhập (Tây Ban Nha) đã được áp dụng. Như trước đây, những nội dung đặc biệt đã được bổ sung để các chương trình thuế hiện nay trở nên hào phóng, ví dụ thông qua giảm thuế ở mức cao (Áo) và tăng tỷ lệ giảm chi phí (Liên bang Nga và Thái Lan). Các chương trình mới và những nội dung được điều chỉnh nhằm tạo điều kiện cho các DNNVV và doanh nghiệp mới thành lập (Croatia, Latvia và Hà Lan) được hưởng ưu đãi giảm thuế, như giảm gánh nặng về thủ tục hành chính cho người nộp thuế hoặc cho phép các doanh nghiệp làm ăn thua lỗ (thường là ở giai đoạn phát triển ban đầu) được hưởng lợi.

Sử dụng ưu đãi giảm thuế để khuyến khích chuyển giao công nghệ là một xu hướng chính sách quan trọng. Điều này đã dẫn đến hành động ưu tiên hợp tác chi NC&PT hoặc các dịch vụ tri thức được mua từ các trường đại học và viện nghiên cứu công (Italia và Latvia), làm tăng tốc độ khấu hao từ hoạt động thu mua công nghệ và tri thức mới (Ba Lan, Liên bang Nga) và ưu đãi thuế từ việc thu mua tài sản vô hình (Australia). Bên cạnh đó, Liên bang Nga đã triển khai nhiều hình thức miễn thuế VAT hoặc thuế bất động sản cho các cụm trung tâm nghiên cứu. Ở Thổ Nhĩ Kỳ, các doanh nghiệp trong các khu phát triển công nghệ được hưởng lợi từ rất nhiều ưu đãi thuế nhưng phải thành lập một trung tâm ươm tạo và văn phòng chuyển giao công nghệ.

Tại một số quốc gia, giảm thuế còn gắn liền với khả năng tạo việc làm và chi phí lao động. Luật Ổn định của Italia năm 2015 đề cập đến nhiều ưu đãi thuế lao động và thuế địa phương để khuyến khích tạo việc làm và giảm chi phí lao động. Tín dụng thuế khấu trừ tiền lương mới của Tây Ban Nha nhằm tạo nhiều việc làm trong lĩnh vực NC&PT của các doanh nghiệp và tổ chức đổi mới sáng tạo.

Ưu đãi thuế NC&PT là cách để tăng tính hấp dẫn của hệ sinh thái nghiên cứu quốc gia và thu hút các trung tâm NC&PT của nước ngoài. Trong năm 2013, Vương quốc Anh đã áp dụng tín dụng chi NC&PT (RDEC) để thu hút đầu tư của doanh nghiệp lớn. Từ năm 2016, chương trình này đã thay thế hoàn toàn tín dụng thuế trước đây.

Chính phủ một số quốc gia đã kết hợp chặt chẽ các công cụ dựa vào chi NC&PT này với các "hộp sáng chế" để khuyến khích việc đồng xác định vị trí của NC&PT và hoạt động chế tạo. Các hộp sáng chế cung cấp ưu đãi miễn thuế SHTT nhằm đẩy mạnh hoạt động khai thác nội địa các công nghệ và tri thức mới để mang lại các lợi ích như tạo việc làm và phổ biến tri thức. Đặc biệt, các hộp sáng chế nhằm vào các công ty đa quốc gia lớn, có năng lực để phát triển những chiến lược tối ưu hóa thuế toàn cầu và phân tách hoạt động tạo ra tri thức với việc sử dụng nó. Gần đây, Indonesia, Ailen, Bồ Đào Nha, Thái Lan và Thổ Nhĩ Kỳ đã miễn thuế thu nhập doanh nghiệp phát sinh từ việc sử dụng SHTT. Tại Liên bang Nga, các hoạt động liên quan đến bảo vệ và thương mại hóa quyền SHTT đã được miễn thuế VAT kể từ năm 2015. Quốc hội Hoa Kỳ cũng đang xem xét đưa ra một "hộp đổi mới" như nội dung của cải cách thuế doanh nghiệp trên quy mô lớn. Tuy nhiên, các hộp sáng chế hoặc đổi mới đang bị lên án mạnh mẽ như là các thông lệ thuế không lành mạnh, có thể thúc đẩy cạnh tranh thuế trên toàn cầu và gây ảnh hưởng đến lợi nhuận của doanh nghiệp và làm xói mòn cơ sở tính thuế. Cuối năm 2015, Vương quốc Anh đã công bố dự thảo luật nhằm tạo sự gắn kết chặt chẽ hơn giữa chế độ hộp sáng chế với các tiêu chuẩn của OECD về thông lệ thuế có hại.

Chính phủ các nước cũng đang tìm cách để khuyến khích các phương thức tài trợ ít phổ biến. Trên thực tế, trong những năm tới, nguồn tài trợ cho tinh thần khởi nghiệp theo hướng đổi mới sẽ vẫn là một vấn đề lớn. Sự phụ thuộc của DNNVV vào tài chính của ngân hàng được xem là khó giải quyết. Các hình thức tài trợ thay thế đang gia tăng, được thúc đẩy bởi việc triển khai áp dụng công nghệ thông tin và truyền thông (CNTTTT), các phương thức tương đương và việc xác định giá trị ngày càng tăng của tài sản trí tuệ. Tài trợ bằng tài sản cho phép các doanh nghiệp có được nguồn tài chính trên cơ sở giá trị của các tài sản cụ thể mà họ tạo ra trong hoạt động kinh doanh bao gồm cả tài sản vô hình. Tương tự như vậy, tài trợ đám đông cho phép doanh nhân huy động vốn bên ngoài từ cộng đồng, chứ không chỉ một nhóm nhỏ các nhà đầu tư chuyên ngành với mỗi cá nhân cung cấp một phần nhỏ tổng kinh phí cần thiết. Thông thường, nền tảng Internet giúp kết nối các nhà đầu tư với doanh nghiệp.

Dù các cơ chế này còn hạn chế, nhưng sẽ phát triển nhanh và mở ra những cơ hội mới miễn là có các khuôn khổ pháp lý phù hợp. Australia đã thông qua luật mới cho phép áp dụng hình thức tài trợ đám đông và cung cấp ưu đãi thuế cho nhà đầu tư. Áo đã thông qua một khuôn khổ pháp lý để cải thiện các phương thức tài trợ đổi mới, đặc biệt là tài trợ đám đông. Các yêu cầu pháp lý đối với thông tin cơ bản và các công bố hành chính (ví dụ báo cáo thị trường vốn đơn giản hóa) đã giảm bớt. Các tiêu chuẩn cũng đã được áp dụng để bảo vệ nhà đầu tư.

▪ *Duy trì tốc độ cạnh tranh toàn cầu*

Sự thịnh vượng của một quốc gia từ lâu phụ thuộc vào việc quốc gia đó tham gia vào nền kinh tế toàn cầu và gần đây là phụ thuộc vào sự hội nhập của quốc gia đó vào chuỗi giá trị toàn cầu (GVC). Các quốc gia và doanh nghiệp tham gia chuỗi giá trị toàn cầu thông qua đầu tư trực tiếp nước ngoài (FDI) và thương mại hàng hóa và dịch vụ cung cấp các kênh tiếp cận với danh mục công nghệ, kỹ năng và tài sản thâm dụng tri thức. Chuỗi giá trị toàn cầu đã làm thay đổi bản chất của cạnh tranh toàn cầu, vì các doanh nghiệp và các quốc gia cạnh tranh không chỉ về thị phần trong các ngành công nghiệp giá trị gia tăng cao, mà cả về các hoạt động giá trị gia tăng cao trong chuỗi giá trị toàn cầu. Bên cạnh đó, chuỗi giá trị toàn cầu còn cung cấp cơ hội quốc tế hóa các loại hình doanh nghiệp mới bao gồm các doanh nghiệp đổi mới sáng tạo còn non trẻ.

Gần đây, nhiều quốc gia đã sửa đổi danh mục chính sách để hỗ trợ DNNVV và các doanh nghiệp khởi nghiệp trong việc tiếp cận thị trường toàn cầu. Hầu hết các sáng kiến đều tập trung cung cấp cho các doanh nghiệp này thông tin tiếp thị và hỗ trợ thương mại hóa, xúc tiến và quảng bá thương hiệu (Cộng hòa Séc, Pháp, Ailen, Italia, Hàn Quốc, Tây Ban Nha, Thổ Nhĩ Kỳ và Vương quốc Anh). Chính phủ các nước còn cung cấp khả năng tiếp cận tài chính rủi ro và bảo đảm tiền vay (Pháp và Malaysia) và tiếp cận một điểm để cung cấp thông tin và tư vấn chuyên gia (Hàn Quốc, Tây Ban Nha và Vương quốc Anh), hỗ trợ tìm kiếm đối tác quốc tế (Vương quốc Anh), cũng như đào tạo hỗ trợ các kỹ năng và kiến thức về thị trường quốc tế (Ailen). Slovenia

đang áp dụng một chương trình hỗ trợ đầy đủ. Bên cạnh đó, Áo, Hàn Quốc và Thổ Nhĩ Kỳ đã lập ra những vườn ươm toàn cầu và trung tâm tăng tốc.

Ngoài ra, nhiều quốc gia đã hỗ trợ tài chính để khuyến khích doanh nghiệp nhỏ tham gia vào các dự án NC&PT theo định hướng thị trường quốc tế (Áo, Canada, Chilê, Litva, Tây Ban Nha, Thổ Nhĩ Kỳ và cấp EU) hoặc giúp thu hẹp khoảng cách tài chính khi gia nhập thị trường nước ngoài (Canada và Ailen), ví dụ thông qua giấy chứng nhận quốc tế hóa (Áo, Italia và Bồ Đào Nha). Ngân sách của Chương trình “Chân trời 2020” (Horizon 2020), Eurostar của châu Âu (2014 - 2020) đã tăng mạnh nhằm thúc đẩy hoạt động nghiên cứu xuyên quốc gia theo định hướng thị trường của DNNVV. Costa Rica phân bổ các khoản trợ cấp đổi mới và trợ cấp theo lĩnh vực dựa vào chứng nhận tham gia chuỗi giá trị toàn cầu.

Hộp 1. Sự gia tăng tài trợ đám đông

Các đánh giá về tỷ lệ tài trợ đám đông ở Bắc Mỹ dựa vào dữ liệu từ 1.250 nền tảng tài trợ đám đông tích cực, cho thấy phương thức gây quỹ này đã tăng 145% trong khoảng thời gian từ năm 2013 đến năm 2014 với tổng giá trị lên đến khoảng 9,5 tỷ USD. Châu Âu đã đạt mức tăng trưởng tương tự (+141%) nhưng từ nền tảng thấp hơn để đạt giá trị 3,3 tỷ EUR. Năm 2014, các hoạt động tài trợ đám đông đã nở rộ ở châu Á (+40%) đạt 3,4 tỷ USD và khu vực này dự kiến sẽ thúc đẩy việc mở rộng phương thức gây quỹ này trên toàn cầu trong tương lai. Năm 2015, châu Phi, châu Đại Dương và Nam Mỹ cũng đã ghi nhận sự chuyển biến đáng chú ý, nhưng giá trị chưa đạt 100 triệu USD. Tuy nhiên, tài trợ đám đông có một hạn chế, đó là hiện nay, hơn một nửa số giao dịch tài trợ cho các mục đích xã hội hoặc nghệ thuật và các hoạt động bất động sản, chứ không phải vì lợi nhuận của doanh nghiệp.

Các nền tảng tài trợ đám đông cũng có thể tác động lớn đến các kênh tài trợ khác khi chúng được sử dụng rộng rãi để tìm kiếm cơ hội đầu tư và chia sẻ rủi ro. Ví dụ, các nhà đầu tư thiên thần là những người có xu hướng đầu tư tại địa phương nhiều hơn các nhà đầu tư mạo hiểm và có khả năng tài trợ cho các doanh nghiệp khởi nghiệp trên phạm vi địa lý rộng. Các nền tảng tương tự cũng sẽ củng cố xu hướng các nhà đầu tư thiên thần phối hợp với các nhà đầu tư giai đoạn đầu khác để đầu tư nhằm đa dạng hóa rủi ro. Tương tự như vậy, nền tảng tài trợ đám đông không bằng vốn cổ phần

(dựa vào tặng và thưởng) mở ra cơ hội cho các nhà cải cách trong khi tạo rủi ro thấp cho các nhà tài trợ không có lợi ích tài chính gắn liền với đóng góp của họ.

Tuy nhiên, những thách thức pháp lý chủ yếu vẫn còn tồn tại. Cơ hội từ tài trợ đám đông nên được xem xét cùng với rủi ro, đặc biệt là đối với các nhà đầu tư không được tiếp cận công bằng với thông tin và ít được đào tạo bài bản cho các giao dịch hơn so với các nhà đầu tư chuyên nghiệp. Câu hỏi được đặt ra là sản phẩm tương lai hay "lợi ích cộng đồng" sẽ ra sao? Dựa vào tiềm năng tài trợ cho doanh nghiệp khởi nghiệp ở giai đoạn đầu, cần có một khung pháp lý rõ ràng để giảm thiểu rủi ro này và tăng khả năng tài trợ đám đông.

Nguồn: Massolution (2015), Báo cáo của ngành Công nghiệp về việc gây quỹ từ cộng đồng 2015CF

Cơ cấu tổ chức quản lý cũng được điều chỉnh cho mục đích đó. Pháp đã sáp nhập các cơ quan xúc tiến hiện có thành Business France - Cục hỗ trợ phát triển nền kinh tế Pháp trên quy mô quốc tế, sẽ đảm nhận chức năng truyền thông chính và nhằm tăng cường tính hấp dẫn và hình ảnh thương hiệu của quốc gia. Bên cạnh đó, Đức đã công bố kế hoạch hành động hợp tác quốc tế nhằm tạo cơ hội cho các bộ lập quy hoạch và thực hiện các hoạt động hợp tác quốc tế bao gồm giám sát và đánh giá trên phạm vi quốc tế. Kế hoạch này đề cập đến rất nhiều công cụ từ các chương trình di động đến những liên minh chiến lược và quan hệ đối tác.

Quốc tế hóa các cụm là một kênh quan trọng nữa để DNVVN kết nối với các mạng lưới tri thức toàn cầu và đặc biệt được chính sách chú trọng. Chuyên môn hóa và quốc tế hóa các cụm đã được thúc đẩy bởi phạm vi toàn cầu hóa sâu sắc và cạnh tranh gia tăng. Do nguồn tài chính vẫn còn hạn chế, nên chính phủ các nước phải tái tập trung vào hành động chính sách trên các lĩnh vực có tiềm năng lan tỏa tích cực ở mức cao.

Ngoài ra, các văn bản hướng dẫn và kế hoạch hành động quốc gia về KHCN&ĐM đã chú trọng đến nội dung quốc tế hóa (Australia, Đức và Hungary). Ví dụ, Chiến lược công nghệ cao của Đức mới được sửa đổi, đã ưu tiên đề cập đến sự kết hợp của các doanh nghiệp

và khoa học vào dòng chảy tri thức toàn cầu. Chiến lược này cũng đã xây dựng một chương trình tài trợ mới để "quốc tế hóa các cụm mũi nhọn". Chương trình Ngôi sao vùng Biển Baltic (BSR) (2015 - 2017) được đề cập dưới đây nhằm khởi động và tăng cường quan hệ hợp tác xuyên quốc gia giữa Đan Mạch, Thụy Điển, Na Uy, Phần Lan, Đức, Lithuania, Estonia, Latvia, Ba Lan và Ailen thông qua liên kết các tổ chức theo cụm. Gần đây, Australia, Bỉ (Flanders), Croatia, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Slovenia và Thổ Nhĩ Kỳ đã sửa đổi chính sách đối với các cụm hoặc đưa vào áp dụng các chương trình hỗ trợ cụm để đẩy mạnh quốc tế hóa các cụm chính và nâng cao năng lực tham gia vào các thị trường quốc tế và chuỗi cung ứng toàn cầu. Chương trình Trung tâm chuyên gia toàn cầu là một phần của chương trình đổi mới Na Uy và hướng vào các cụm đã phát triển tạo được vị thế trên toàn cầu. Chương trình này nhằm mục tiêu nâng cao vị thế cạnh tranh của các cụm, sức hút của các cụm trong chuỗi giá trị toàn cầu.

3.3. Tái định hướng nghiên cứu công

- ***Hợp lý hóa chi tiêu cho nghiên cứu công và đẩy mạnh chuyển giao tri thức***

Các trường đại học và viện nghiên cứu công cũng là một nội dung quan trọng cần có sự thay đổi của chính sách. Một số quốc gia hiện đang xem xét toàn bộ chính sách nghiên cứu nhằm nâng cao hiệu quả tài trợ công bằng cách áp dụng các cách tiếp cận đa dạng. Trong những năm qua, các phương thức tài trợ cạnh tranh là xu hướng thể hiện rõ nét trên toàn cầu cùng với việc áp dụng các yếu tố hiệu quả trong việc tài trợ cho tổ chức và sự dịch chuyển hướng tới các thỏa thuận theo hợp đồng. Từ năm 2014, xu hướng này đã được tăng cường ở Áo, Canada, Hy Lạp, Ailen, Italia, New Zealand, Thổ Nhĩ Kỳ, Trung và Đông Âu (Estonia, Ba Lan). Tuy nhiên, xu hướng trái ngược hướng tới việc cấp vốn chung gia tăng, cũng được quan sát trong số ít các quốc gia, đặc biệt là ở Bắc Âu.

Một số yếu tố đang thúc đẩy các nước ưu tiên và tập trung dành các khoản đóng góp tài chính cho nghiên cứu công, bao gồm tiến bộ trong nghiên cứu khoa học và kết quả mở ra nhiều cơ hội mới, tăng

cạnh tranh toàn cầu về nhân tài và các nguồn lực công khan hiếm. Về khía cạnh này, các điều kiện tài chính gần đây của nghiên cứu công đặc biệt đáng lo ngại. Ngân sách NC&PT công ở mức ổn định hoặc bắt đầu giảm ở nhiều quốc gia nơi chính phủ là nhà tài trợ chính cho nghiên cứu công. Hoa Kỳ với hệ thống nghiên cứu công lớn nhất thế giới, đã ghi nhận sự sụt giảm kéo dài nhiều năm ngân sách liên bang dành cho NC&PT của trường đại học bắt đầu từ những năm 1970. Ngoài ra, những xu hướng quốc tế lâu dài cho thấy ngân sách NC&PT công có thể sẽ ổn định ở các mức hiện nay. Nếu tăng trưởng kinh tế mạnh mẽ không thúc đẩy sự phục hồi trong chi tiêu chính phủ, thì kinh phí công dành cho nghiên cứu công sẽ tăng chậm. Các ưu tiên chính sách cạnh tranh như tập trung phát triển và tài trợ dựa vào đổi mới doanh nghiệp và ưu đãi thuế NC&PT, có thể gây áp lực cho ngân sách NC&PT. Ngoài ra hỗ trợ của chính phủ cho các trường đại học và viện giáo dục đại học giảm, có thể tác động tiêu cực đến chất lượng và tính toàn diện của các hệ thống giáo dục do cắt giảm các dịch vụ giáo dục và tăng học phí.

Các nhà hoạch định chính sách liên tục phải đối mặt với câu hỏi hóc búa về việc cân đối phân bổ nguồn lực giữa các lĩnh vực khoa học khác nhau, nhu cầu trước mắt và lâu dài, khoa học lớn và cá nhân các nhà nghiên cứu, cơ sở hạ tầng và nhân sự cũng như nhu cầu trong nước và quốc tế. Latvia đang tiến hành cải cách cơ cấu để nâng cao năng lực nghiên cứu của tổ chức, trong khi Thổ Nhĩ Kỳ đã công bố đánh giá về cơ sở hạ tầng nghiên cứu của quốc gia nhằm nâng cao hiệu quả nghiên cứu. Peru đã thông qua Kế hoạch Đổi mới Peru để quản lý ngân sách KH&ĐT quốc gia và chú trọng công tác đào tạo nguồn nhân lực chuyên môn hóa cao.

Gần đây, nhiều nước đã tái điều chỉnh các lĩnh vực nghiên cứu ưu tiên chiến lược để giải quyết những thách thức xã hội (Australia, Bỉ (Flanders), Đan Mạch, Italia và Na Uy). Kế hoạch 5 năm lần thứ 13 của Trung Quốc (2016 - 2020) nhằm mục tiêu tăng gấp đôi tỷ lệ kinh phí dành cho nghiên cứu cơ bản (10%) và Hàn Quốc có tham vọng tăng tỷ lệ chi nghiên cứu công cho nghiên cứu cơ bản lên mức 40% vào năm 2017. Hà Lan cũng đã tăng ngân sách cho nghiên cứu cơ bản. Pháp đã huy động Cơ quan Nghiên cứu Quốc gia đóng góp cho các

chương trình chung. Đan Mạch đã đơn giản hóa hệ thống tài trợ nghiên cứu bằng cách sáp nhập các tổ chức nghiên cứu vào Quỹ Đổi mới để hỗ trợ các dự án thông qua toàn bộ chuỗi giá trị từ nghiên cứu chiến lược đến thương mại hóa.

Bên cạnh đó, tại nhiều quốc gia như Đức, Ailen, Italia và Luxembourg, các nguồn tài trợ nghiên cứu công cũng đã thay đổi do có sự tham gia tích cực của ngành công nghiệp. Sự thay đổi này là do các ưu đãi đầu tư cao hơn và ngân sách của chính phủ giảm ở một số quốc gia, cũng như sự điều chỉnh phù hợp giữa chương trình nghiên cứu công với nhu cầu xã hội. Về khía cạnh này, các ưu đãi thuế NC&PT được sử dụng ngày càng nhiều để tận dụng nguồn tài trợ của tư nhân cho nghiên cứu công (Ailen, Italia). Các công cụ khác bao gồm cơ cấu tổ chức quản lý theo hướng mới (ví dụ cơ cấu lại Bộ Kinh tế và Khoa học của Bỉ, Chiến lược Giáo dục đại học mới của Hungary và Kế hoạch hành động và chính sách KH&CN của Ailen), các khuôn khổ pháp lý mới (Hy Lạp), Giấy chứng nhận Đổi mới (Cộng hòa Séc, Bồ Đào Nha), yêu cầu đồng tài trợ tối thiểu trong các chương trình hỗ trợ công (Latvia, Hà Lan) và các cơ chế phân bổ kinh phí chung để khuyến khích tài trợ của bên thứ ba (Na Uy). Ailen đã triển khai Chương trình Spokes để cấp thêm tiền cho các dự án được cấp kinh phí công của những trung tâm nghiên cứu hiện có, miễn là các trung tâm này có quan hệ với đối tác công nghiệp.

Hợp tác công - tư tạo cơ hội chia sẻ rủi ro, nguồn lực và định hướng. Mỗi cộng tác này được thúc đẩy phát triển thông qua các tập đoàn tài chính (ví dụ Ailen, Peru và Tây Ban Nha) và các sáng kiến/trung tâm nghiên cứu chung. Gần đây, Thụy Điển và Vương quốc Anh đã cung cấp kinh phí nghiên cứu tương ứng là 35 triệu USD và 725 triệu USD cho các sáng kiến hợp tác chiến lược trên quy mô lớn với hy vọng huy động một khoản tài trợ tương đương của tư nhân. Ở cấp EU, hợp tác công - tư mới bao gồm Sáng kiến Công nghệ chung về lâu dài (JTI), dự kiến sẽ nhận được 12 tỷ USD từ khu vực tư nhân trong 7 năm tới.

Các tổ chức từ thiện và tổ chức khoa học tư nhân dù có phạm vi còn nhỏ và hạn chế, đang đóng vai trò ngày càng quan trọng trong

việc bổ sung tài trợ công, đặc biệt là trong nghiên cứu tịnh tiến cơ bản và trong lĩnh vực nghiên cứu có chọn lọc như y tế. Mới đây, Na Uy và Bồ Đào Nha đã triển khai lại hoặc tăng cường chương trình hỗ trợ nghiên cứu. Tây Ban Nha đã thành lập Hội đồng Nền tảng khoa học để phổ biến thông tin về những phương thức tốt nhất thúc đẩy đầu tư cho khoa học và để tham gia vào những nền tảng khác trong khoa học. Australia đã thành lập Quỹ Phát triển y sinh (BTF) với 174 triệu USD từ hợp tác công - tư nhằm khuyến khích đầu tư của khu vực tư nhân và đẩy mạnh áp dụng những khám phá y tế của Australia vào các ứng dụng y tế.

Các quốc gia vẫn tiếp tục ban hành luật pháp và xây dựng các chiến lược quốc gia để thúc đẩy hơn nữa cả thương mại hóa NC&PT và quan hệ hợp tác giữa các tổ chức nghiên cứu và ngành công nghiệp (Hàn Quốc và Thổ Nhĩ Kỳ). Các chỉ thị quốc gia cũng được lồng ghép trực tiếp vào trong các chiến lược KHCN&ĐM (Đan Mạch, Ailen), bao gồm các chiến lược chuyên môn hóa thông minh (Croatia, Pháp, Hy Lạp, Latvia, Litva và Bồ Đào Nha). Colombia, Croatia, Hà Lan, Na Uy và Slovenia vẫn đang tiếp tục chuyên nghiệp hóa các văn phòng chuyên gia công nghệ. Những nền tảng và trung tâm công nghệ quốc gia đã nổi lên ở nhiều nước, đóng vai trò là không gian thực và ảo cho các doanh nghiệp và các viện nghiên cứu công kết nối và truy cập tài nguyên, kỹ năng và hỗ trợ kỹ thuật. Ở cấp độ quốc tế, Dự án Ngôi sao vùng biển Baltic (2015 - 2017) nhằm tạo liên kết chặt chẽ giữa các môi trường nghiên cứu, các cụm và mạng lưới DNNVV ở các nước trong khu vực đó. Chính phủ các nước cũng đã triển khai các chương trình chuyển giao công nghệ (Đức và Litva), thông qua các công ty cổ phần công nghệ (Hàn Quốc) và trung tâm tăng tốc (Thổ Nhĩ Kỳ) để đưa các kết quả của nghiên cứu công ra thị trường.

▪ ***Tạo điều kiện cho nghiên cứu liên ngành và khoa học mở***

Những thách thức xã hội phức tạp trên toàn cầu đòi hỏi nghiên cứu phải kết hợp các lĩnh vực nghiên cứu không phổ biến trước đây, trong khi các tổ chức nghiên cứu công (trường đại học và viện nghiên cứu công), các tổ chức tài trợ nghiên cứu và các hoạt động phối hợp đánh giá (bình duyệt) thường được tổ chức theo phạm vi ngành. Trong

những thập kỷ gần đây, giám rào cản kỹ thuật là nội dung được chính sách chú trọng và điều này được phản ánh trong việc tái cơ cấu của một số cơ quan nghiên cứu và chủ thể nghiên cứu (Bỉ, Nhật Bản, Hàn Quốc, Hà Lan, Thụy Điển và Vương quốc Anh) và thay đổi các phương thức đánh giá và lựa chọn (Ailen, Italia và Na Uy).

Những sáng kiến hỗ trợ khoa học mở đang được triển khai thông qua việc tăng tiếp cận với các kết quả và dữ liệu nghiên cứu, bao gồm các ấn phẩm khoa học. Hầu hết những nỗ lực gần đây đều tập trung xây dựng các khuôn khổ pháp lý và cung cấp định hướng chính sách cho truy cập mở và dữ liệu mở. Số lượng các nước có quy định bắt buộc về truy cập mở, đang gia tăng. Trong hầu hết các trường hợp, các quy định này được lồng ghép vào luật pháp cấp quốc gia (như Mêhico) hoặc cấp liên bang (như Đức). Gần đây, Áo, Đức và Vương quốc Anh đã sửa đổi luật bản quyền quốc gia để thúc đẩy phát triển khoa học mở. Các cơ sở hạ tầng phù hợp cũng đã được xây dựng, đặc biệt là để hỗ trợ chia sẻ dữ liệu nghiên cứu. Việc quy hoạch và cấp kinh phí cho cơ sở hạ tầng điện tử quan trọng được đề cập ngày càng nhiều trong các thủ tục của quốc gia (và châu Âu) để lập kế hoạch và cấp kinh phí cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu. Phần Lan, Anh và Hoa Kỳ cũng đã thu hẹp khoảng cách về kỹ năng liên quan đến khoa học mở và phân tích dữ liệu bằng cách đẩy mạnh hoạt động đào tạo theo chuyên ngành và cung cấp hướng dẫn cho các nhà nghiên cứu.

3.4. Mở rộng kỹ năng và văn hóa đổi mới

Gần đây, một số quốc gia đã sửa đổi danh mục đầu tư chính sách của quốc gia nhằm tăng cường kỹ năng đổi mới và xây dựng nền khoa học mở và văn hóa đổi mới. Đây thực sự là những lĩnh vực chính sách tích cực nhất trong hỗn hợp chính sách đổi mới.

Mở rộng giáo dục về khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM) vẫn là nền tảng của nhiều nước OECD và các nền kinh tế đổi mới. Các nguồn ngân sách công cho giáo dục STEM đã gia tăng ở Bỉ (Liên bang), Croatia, Latvia, Nam Phi và Hoa Kỳ. Các sáng kiến chính sách khác gần đây bao gồm nỗ lực để các chủ đề của STEM trở nên hấp dẫn và lôi cuốn giới trẻ (Ailen, New Zealand và Bồ Đào

Nha), các chương trình đào tạo mới và tiêu chuẩn tuyển dụng giáo viên (Croatia, Hàn Quốc, Ailen, Na Uy và Thụy Điển) và các phương pháp giảng dạy mới cũng như các công cụ sư phạm dựa vào CNTT (Cộng hòa Séc, Ailen, Litva, Bồ Đào Nha và Tây Ban Nha).

Chính sách giáo dục cũng đang được triển khai tích cực để phản ánh phạm vi rộng lớn của các kỹ năng phi KH&CN cần cho đổi mới. Chương trình giảng dạy đã được sửa đổi để phát triển kỹ năng chung (Tây Ban Nha), năng lực giải quyết vấn đề (Hàn Quốc) và hành vi kinh doanh (Croatia, Ailen, Nga và Thổ Nhĩ Kỳ). Ở Phần Lan, tinh thần khởi nghiệp có liên quan đến quyền công dân được chủ động tham gia và cấu thành chủ đề của chương trình giảng dạy ở cấp giáo dục cơ sở và giáo dục trung học.

Ngoài ra, nhiều nước đã tìm cách để thu hút sự tham gia của công chúng cũng như hỗ trợ khoa học và tinh thần khởi nghiệp. Đây là một thành phần quan trọng của các chiến lược KH&CN quốc gia trong các nền kinh tế thu nhập trung bình (Colombia, Chilê, Costa Rica và Malaysia). Nhưng hoạt động này cũng tương tự như ở một số nền kinh tế tiên tiến với các chỉ số KH&CN ở mức cao (Phần Lan và Hàn Quốc). Các nước cũng nỗ lực xây dựng năng lực cho một nền văn KH&CN và phổ cập khoa học, ví dụ thông qua các sự kiện truyền thông, bảo tàng và các nguồn lực trên Internet (Cộng hòa Séc, Pháp và Liên bang Nga). Các sáng kiến mới này bao gồm các sự kiện cộng đồng quy mô lớn (Croatia, Australia, Hy Lạp và Hàn Quốc) và các chiến dịch khuyến mãi (Chilê), các cuộc thi và giải thưởng (Australia, Canada, Trung Quốc và Costa Rica). Chính sách cũng chú trọng đến việc nuôi dưỡng tinh thần khởi nghiệp và mở rộng các hình thức sáng tạo tác động đến nơi làm việc.

3.5. Cải thiện quản trị chính sách

- *Hướng tới các chính sách dựa vào bằng chứng khoa học*

Trong những năm gần đây, đánh giá chính sách KH&CN và tác động của KH&CN là những nội dung được chính sách rất chú trọng, một phần là do khó khăn tài chính gia tăng và yêu cầu chứng minh giá trị của công quỹ. Các phương thức đánh giá phụ thuộc vào

con đường phát triển và đặc thù của mỗi quốc gia. Điều này lý giải tính không đồng nhất rõ nét giữa các quốc gia về bản chất và mức độ triển khai đánh giá tác động của KH&CN&ĐT, cũng như tốc độ thay đổi chậm. Một số quốc gia có năng lực đánh giá tác động của KH&CN&ĐT nhưng vẫn ở giai đoạn đầu của sự phát triển (ví dụ Colombia, Malaysia, Liên bang Nga và Nam Phi), trong khi tại các nước khác, hoạt động này là một nội dung của văn hóa chính sách và được thể chế hóa trên phạm vi rộng hơn.

Những xu hướng đánh giá chính sách gần đây bao gồm việc sử dụng chuyên sâu dữ liệu hành chính công và công nghệ trực tuyến để thu thập dữ liệu ("dữ liệu lớn"), các bài tập nhỏ và nhanh hơn (New Zealand), sử dụng các đánh giá theo hướng chiến lược (Trung Quốc) và tính phức tạp ngày càng tăng của các khái niệm và phương thức được sử dụng, thường liên quan đến sự gia tăng theo cấp số nhân lý do cơ bản, mục tiêu chiến lược, chủ thể, tổ chức, mục tiêu và công cụ.

Tính phức tạp của danh mục chính sách KH&CN&ĐT (nhiều công cụ, mục tiêu và chủ thể) đã làm tăng nguy cơ phân bổ sai nguồn lực công và đặt ra vấn đề về sự tương tác tiêu cực có thể xảy ra giữa các biện pháp chính sách khác nhau. Để khắc phục tình trạng này, các đánh giá mang tính hệ thống đã được mở rộng trên toàn cầu theo nhiều cách khác nhau tùy thuộc vào các quốc gia. Colombia, Ailen, Litva, Luxembourg, Malaysia, Tây Ban Nha, Thụy Điển và Thái Lan gần đây đã trải qua các bài tập đánh giá thẩm định trên quy mô lớn do các tổ chức quốc tế trong đó có OECD thực hiện. EU đã tiến hành đánh giá Chương trình khung lần thứ 7 và đánh giá tạm thời Chương trình Horizon 2020. Một số nước đã huy động năng lực quốc gia để đánh giá kết quả của chính sách (ví dụ Kế hoạch phát triển KH&CN của Trung Quốc, Chiến lược NC&PT của Estonia có tên là "Estonia dựa vào tri thức"), đôi lúc tập trung vào những nội dung của hệ thống KH&CN&ĐT quốc gia (ví dụ Ailen với hệ thống hỗ trợ doanh nghiệp, Hà Lan với chính sách doanh nghiệp và Australia với hệ thống nghiên cứu quốc gia).

Nhìn chung, mọi nỗ lực đều hướng tới xây dựng nền tảng tri thức cho chính sách KH&CN&ĐT như thông qua triển khai các nghiên

cứ đánh giá tác động và hệ thống hóa đánh giá, áp dụng phương pháp đánh giá của chính phủ (ví dụ: Kho bạc Anh đã xây dựng khung đánh giá để so sánh chi phí đầu tư giữa các khu vực của chính phủ), các phương thức hài hòa hơn (các phương pháp và chỉ số phổ biến) và xây dựng hạ tầng dữ liệu và cộng đồng chuyên gia. Nhật Bản, Na Uy và Hoa Kỳ rất chủ động trong việc đưa ra các sáng kiến nghiên cứu khoa học của chính sách khoa học và đổi mới (SciSIP) để phát triển các mô hình và công cụ phân tích, dữ liệu và số liệu. Ủy ban châu Âu (EC) (Cơ sở hỗ trợ chính sách) và OECD/Ngân hàng Thế giới (Nền tảng của chính sách đổi mới) duy trì nền tảng mạng lưới để cung cấp cách tiếp cận một điểm với kho tri thức quốc tế về đổi mới và chính sách, cũng như các công cụ định chuẩn và chẩn đoán.

▪ ***Hướng tới các chính sách KHCN&ĐM có trách nhiệm hơn***

Chính phủ các nước quan tâm đến việc đẩy mạnh phương thức tiếp cận quản lý toàn diện bằng cách tăng cường các thỏa thuận cùng phối hợp (Áo, Colombia và Ailen) và thu hút ngành công nghiệp và xã hội tham gia thảo luận chính sách (Argentina, Chilê, Đan Mạch, Hy Lạp, Hà Lan và Thổ Nhĩ Kỳ).

Trong khi đa số các chính sách KHCN&ĐM hiện đều tập trung vào suy thoái kinh tế, thì chính phủ các nước cũng phải đối mặt với những thách thức xã hội cấp bách, chưa từng có. Trong Tuyên bố Daejeon về Chính sách KHCN&ĐM cho Kỷ nguyên số và toàn cầu (2015), các bộ trưởng đến từ phần lớn các nền kinh tế đã nhấn mạnh vai trò thiết yếu của KHCN&ĐM để giải quyết những thách thức toàn cầu và xã hội như tính bền vững của môi trường, an ninh lương thực và già hóa khỏe mạnh và để thực hiện các Mục tiêu Phát triển bền vững đã được Liên Hợp Quốc thông qua. Khi các mối lo ngại gia tăng, thì khía cạnh đạo đức và xã hội của nghiên cứu được đặt lên hàng đầu và được phản ánh ngày càng rõ nét trong bộ khung của nhiều chính sách Nghiên cứu và đổi mới có trách nhiệm (RRI). Hỗn hợp chính sách RRI rất phức tạp, vì cần sử dụng nhiều công cụ chính sách ở các giai đoạn khác nhau của chu kỳ chính sách để đạt được những mục tiêu chiến lược. Trên thực tế, hầu hết nỗ lực chính sách gần đây đều nhằm thúc đẩy cách tiếp cận toàn diện với quản lý để đưa ra các

hướng dẫn và định hướng quốc gia mới, cung cấp cơ sở hạ tầng và ưu đãi cho nghiên cứu liên ngành và khoa học mở, và mở rộng phạm vi của các kỹ năng cũng như văn hóa đổi mới

Các nguyên tắc RRI đã được kết hợp vào tiến trình chung xây dựng các chương trình nghị sự chính sách đổi mới. Chương trình nghiên cứu Horizon 2020 của EU nhấn mạnh đến những thách thức xã hội và đóng vai trò hài hòa các chiến lược quốc gia ở một số nước châu Âu. Ngoài khu vực EU, Nhật Bản đã công bố Kế hoạch KH&CN lần thứ 5 (2016 - 2020) nhằm đạt được tăng trưởng bền vững và góp phần giải quyết các vấn đề toàn cầu. Tầm nhìn quốc gia và các bài tập đánh giá công nghệ dự báo nhu cầu lâu dài của xã hội đã cung cấp thông tin cho công tác xây dựng chính sách tại Cộng hòa Séc và Đức.

Nhiều sáng kiến chính sách RRI đang nhằm vào các tổ chức phụ trách phân bổ chính sách (ví dụ cơ quan tài trợ) (Na Uy, Peru). Đôi khi, các nguyên tắc RRI cũng được lồng ghép vào các chương trình tài trợ hiện có như thông qua tăng tỷ lệ phân bổ tài trợ các nghiên cứu liên ngành, cân nhắc quy trình phân bổ tài trợ (Ailen), tập trung vào khoa học xã hội và nhân văn (Đức) và tài trợ cho nghiên cứu cụ thể (ví dụ Chương trình Khoa học công dân tiêu biểu của Áo).

IV. TƯƠNG LAI CỦA CÁC HỆ THỐNG KHOA HỌC

4.1. Nguồn lực nghiên cứu công

Trong vòng 15 năm qua, năng lực NC&PT toàn cầu đã tăng gấp đôi nhờ có 2 yếu tố quan trọng: Thứ nhất, chi của doanh nghiệp cho NC&PT toàn cầu chiếm tỷ lệ lớn và tăng nhanh hơn chi công cho NC&PT trong các giai đoạn tăng trưởng kinh tế. Cho dù các doanh nghiệp sẽ tiếp tục phụ thuộc vào đầu tư vô hình và đổi mới để cạnh tranh trong các thị trường toàn cầu, nhưng chi của doanh nghiệp cho NC&PT sẽ chậm lại hoặc thậm chí giảm một nửa. Gần đây, hiệu quả kinh tế thấp cùng với các chiến lược đầu tư có lợi cho giá trị cổ đông ngắn hạn, có thể làm giảm năng lực và thiện chí của doanh nghiệp trong việc thực hiện các dự án rủi ro và đầu tư cho nghiên cứu. Trên thực tế, tại nhiều nước OECD, việc doanh nghiệp giảm đầu tư lâu dài cho tài sản vô hình, có thể tác động đến sự tích lũy kiến thức và năng lực đổi mới của doanh nghiệp trong tương lai.

Thứ hai, một số nền kinh tế mới nổi như Trung Quốc trong nhiều thập kỷ qua đã tăng chi cho NC&PT. Trên phạm vi toàn thế giới, chỉ có một tỷ lệ nhỏ các nước OECD có khả năng tăng năng lực NC&PT và phần tổng chi toàn cầu cho NC&PT (GERD) của họ giảm. Xu hướng này có thể vẫn tiếp diễn do tác động lớn của các nền kinh tế mới nổi đến nền kinh tế thế giới. Tuy nhiên, một số nền kinh tế mới nổi đang có dấu hiệu suy thoái kinh tế, sẽ giảm khả năng tăng chi cho NC&PT với tốc độ như quan sát thấy trong những năm gần đây.

Những thách thức do dân số già hóa và tăng trưởng kinh tế chậm, sẽ gây áp lực lớn đến chi công ở nhiều nước OECD trong vòng 10 - 15 năm tới: cạnh tranh về nguồn lực từ các lĩnh vực khác như y tế và lương hưu, thậm chí có thể làm giảm đầu tư công cho NC&PT. Trên thực tế, dữ liệu mới nhất cho thấy phần ngân sách công cho NC&PT trong GDP giảm ở nhiều nước OECD vì chính phủ các nước này theo đuổi chính sách thắt chặt hậu khủng hoảng. Mặt khác, đầu tư

NC&PT có thể được điều chỉnh như một công cụ để duy trì sự gia tăng của các khoản chi tiêu công khác trong tầm kiểm soát, chẳng hạn bằng cách triển khai nhanh các xu hướng phân bổ ngân sách chính phủ cho NC&PT (GBAORD) về lâu dài sẽ thấy sự hội tụ giữa các nước về tỷ lệ ngân sách công phân bổ cho NC&PT được đo bằng tỷ lệ phần trăm GDP. Ngân sách công cho NC&PT dao động ở mức 0,4% và 0,9% GDP, thể hiện nỗ lực của ngân sách công dành cho NC&PT đã đạt mức tối đa, trong đó, đầu dưới là một số nước Trung Âu và châu Mỹ La tinh có thu nhập thấp và đầu trên là Hàn Quốc, một số nước Bắc Âu (Đan Mạch, Ai-len và Phần Lan) và Đức. Do đó, ngân sách công cho NC&PT trong tương lai tăng chủ yếu là do tăng trưởng GDP, nhưng dự kiến sẽ chậm lại trên phạm vi toàn cầu.

Như vậy có thể thấy các nền kinh tế mới nổi có khả năng đóng vai trò nổi bật nếu họ tiếp tục duy trì tốc độ tăng trưởng kinh tế cao trong tương lai. Nỗ lực nghiên cứu khoa học đã không bảo vệ được các quốc gia có thu nhập cao với hơn 1/3 số nghiên cứu công của thế giới tập trung vào các nền kinh tế không thuộc khối OECD. Ví dụ, năm 2014, Trung Quốc với nền tảng khoa học lớn thứ hai thế giới, đã chi cho NC&PT cao gấp hai lần Nhật Bản. Tương tự, Ấn Độ và Liên bang Nga, Đài Loan, Iran và Argentina đang duy trì phát triển một số hệ thống khoa học công lập lớn nhất thế giới. Do đó, bối cảnh nghiên cứu toàn cầu đa cực có thể xuất hiện với vai trò ngày càng nổi trội của châu Á. Tuy nhiên, một số quốc gia có khả năng chiếm ưu thế, đó là 5 nền kinh tế (Mỹ, Trung Quốc, Nhật Bản, Đức và Ấn Độ) chiếm 59% NC&PT công toàn cầu năm 2014, trong khi 25 nước OECD và các nền kinh tế không thuộc khối OECD chiếm 90% tổng số. Ưu thế của một số nước phần nào phản ánh quy mô lớn của các quốc gia này. Về lâu dài, các nền kinh tế có dân số và GDP gia tăng rõ rệt như châu Phi, có thể trở thành chủ thể NC&PT toàn cầu đóng vai trò quan trọng.

4.2. Nhà tài trợ nghiên cứu công

Bất kỳ hành động siết chặt chi tiêu nào của chính phủ các nước OECD cũng sẽ đặt ra nhiều thách thức cho nghiên cứu công, vì chính phủ trung bình chiếm 90% tổng chi của chính phủ cho NC&PT và

giáo dục đại học. Ưu thế về chi tiêu của chính phủ cho nghiên cứu công đặc biệt đáng chú ý trong các quốc gia thực hiện NC&PT công trên quy mô lớn nhất như Nhật Bản (98%) và Mỹ (96%). Thực trạng tương tự tồn tại trong các nền kinh tế mới nổi như Argentina (99%), Mêxicô (98%) và Chilê (95%). Nghiên cứu công ít phụ thuộc vào nguồn tài trợ từ chính phủ trong EU (83%) và thấp hơn là ở Hà Lan (72%), Bỉ (71%) và Vương quốc Anh (70%). Trong các nước châu Âu, tài trợ từ EC là một nguồn tài trợ công rất quan trọng. Điều này đặc biệt đúng đối với các nước Nam Âu và Đông Âu được hỗ trợ lớn cho NC&PT thông qua Quỹ Gắn kết và Cơ cấu EU, một phần chính sách của EU nhằm giảm bất bình đẳng về thu nhập, sự giàu có và cơ hội trong nội bộ châu Âu.

Dù bị áp lực về tài chính, nhưng trong tương lai gần, chính phủ các nước vẫn sẽ là nhà tài trợ chính cho nghiên cứu công và các doanh nghiệp có thể phải tăng phần đóng góp tài chính của họ. Điều này một mặt thể hiện sự thiếu hụt tài trợ từ chính phủ và mặt khác là sự quan tâm của ngành công nghiệp đến việc tiếp cận tri thức bổ sung và chia sẻ rủi ro. Các trường đại học nhiều khả năng nhận được tài trợ từ doanh nghiệp theo các mô hình tài trợ nghiên cứu lâu dài của ngành công nghiệp cho các trường đại học và các phòng thí nghiệm công. Hợp tác công - tư sẽ vẫn là các công cụ chính sách chiến lược giúp huy động các nguồn tài trợ mới. Mỗi cộng tác này mang lại nhiều lợi ích như tác động trực tiếp đến kinh tế - xã hội, tăng nguồn cung nhân lực và đa dạng hóa ý tưởng giữa hai khu vực công - tư. Mặc dù sự tham gia tích cực của doanh nghiệp sẽ củng cố viễn cảnh thị trường như mong đợi trong nghiên cứu khoa học, nhưng cũng có thể dẫn đến tình trạng “ăn xổi” gia tăng và tập trung vào nghiên cứu gia tăng nhiều hơn là nghiên cứu cơ bản đột phá. Ngoài ra, nó cũng có thể ảnh hưởng đến các hoạt động khác như chia sẻ dữ liệu phần nào sẽ bị hạn chế.

Các tổ chức từ thiện, quỹ và nhà hảo tâm đã trở thành nhà tài trợ chính cho nghiên cứu tại trường đại học trong những năm gần đây và xu hướng này vẫn tiếp diễn. Nguồn tài trợ này đặc biệt nổi bật trong lĩnh vực y tế, ví dụ, Tổ chức Wellcome Trust có trụ sở ở Vương quốc

Anh đã tài trợ cho rất nhiều nghiên cứu y học; Hiệp hội bệnh cơ của Pháp cấp kinh phí nghiên cứu cho các bệnh hiếm gặp; và Tổ chức Gates cung cấp phần lớn kinh phí nghiên cứu toàn cầu liên quan đến các bệnh nhiệt đới.

Dù không phải là hiện tượng mới, nhưng từ thiện khoa học thường liên quan đến những đóng góp lớn từ các cá nhân giàu có, là một nguồn tài trợ cho nghiên cứu công đang tăng nhanh. Từ thiện khoa học thường tập trung vào các lĩnh vực nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu tinh tiến cụ thể, cũng như các tổ chức khoa học tiên phong và ước tính cung cấp gần 30% kinh phí nghiên cứu hằng năm cho các trường đại học hàng đầu của Hoa Kỳ. Vấn đề này đặt ra những câu hỏi về tương lai của nghiên cứu vì lợi ích công: mặc dù đóng góp của cá nhân được hoan nghênh trên diện rộng, nhưng chúng có thể được định hướng bởi lợi ích cá nhân và tách rời mục tiêu công, dẫn đến việc chuyển hướng nghiên cứu sang các lĩnh vực ngoại vi. Nhưng mặt khác, hoạt động từ thiện thường đóng vai trò xúc tác thu hút các nhà tài trợ khác bao gồm cả khu vực công để hỗ trợ các dự án quy mô lớn và các trung tâm vẫn chưa được cấp đủ kinh phí hoạt động.

4.3. Lý do thực hiện nghiên cứu công

Những xu hướng lớn sẽ tác động mạnh mẽ đến các chương trình nghiên cứu và đổi mới trong tương lai. Nhiều thách thức cấp bách muốn giải quyết được thì cần có những đột phá công nghệ mới và những thay đổi trên quy mô lớn về thể chế và tổ chức phần nào phụ thuộc vào nghiên cứu mới. Một số ví dụ về các thách thức: thực tiễn tăng trưởng bền vững hơn; nhu cầu của xã hội già hóa; áp lực môi trường, đặc biệt là biến đổi khí hậu; cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên; các mối đe dọa đến năng lượng, nước và an ninh lương thực; và các vấn đề sức khỏe khác.

Các chương trình nghị sự chính sách nghiên cứu đã chuyển hướng sang những thách thức môi trường và xã hội. Đây là nội dung đáng chú ý của các chính sách nghiên cứu quốc gia tại nhiều nước OECD từ những năm 2000. Theo kết quả khảo sát mới nhất về chính sách KHCN&ĐM, việc thực hiện tăng trưởng bền vững hoặc giải

quyết thách thức xã hội là hai trong số những ưu tiên của chính sách KH&ĐT hàng đầu tại nhiều nước OECD và các nền kinh tế mới nổi. Bước chuyển biến này được thể hiện trong ngân sách công dành cho NC&ĐT nhiều thập kỷ qua đã thay đổi hướng tới các mục tiêu môi trường và y tế (mà không phải mục tiêu năng lượng). Việc phân bổ ngân sách chính phủ cho NC&ĐT (GBAORD) quốc gia đã làm gia tăng các vấn đề môi trường và y tế với tốc độ nhanh hơn so với các vấn đề dân sự khác.

Trên phạm vi quốc tế, Chương trình Horizon 2020 của EU cũng tập trung vào một chuỗi thách thức xã hội, bao gồm sức khỏe, sự thay đổi về nhân khẩu học, an ninh lương thực, phát triển bền vững, năng lượng sạch, giao thông xanh, hành động về khí hậu, xã hội hòa nhập và an toàn, trong khi các Mục tiêu Phát triển bền vững do Liên Hợp Quốc khởi xướng và Chương trình nghị sự khí hậu COP21 đều đề cập đến vai trò của khoa học và đổi mới trong việc đạt được mục tiêu đề ra. Tuy nhiên, nhiều thách thức nguy hại liên quan đến sự bất ổn lớn và không thể được giải quyết chỉ bằng khoa học và công nghệ. Do đó, vấn đề quan trọng đối với việc hoạch định chính sách trong tương lai là phải xác định vai trò thích hợp của khoa học trong quá trình chuyển đổi xã hội - kỹ thuật cần để giải quyết những thách thức này và điều chỉnh những kỳ vọng chính sách sao cho phù hợp.

Sự phân bổ ngân sách NC&ĐT công theo mục tiêu kinh tế - xã hội cho thấy một số mô hình chuyên môn hóa. Ví dụ, Hoa Kỳ có định hướng chính sách rõ ràng đối với NC&ĐT y tế (bao gồm khoa học y tế) sử dụng 24% mức phân bổ cho NC&ĐT công năm 2016. Vương quốc Anh (22%), Luxembourg (18%) và Canada (17%), đều là những nước dành khoảng 1/5 ngân sách NC&ĐT của mình cho các vấn đề y tế. Mêxicô (19%), Nhật Bản (11%) và Hàn Quốc (9%) đã ưu tiên NC&ĐT năng lượng. Theo dự báo, các mô hình chuyên môn hóa này sẽ thay đổi trong vòng 15 năm tới.

Tập trung vào những thách thức xã hội sẽ không thể thay thế tầm quan trọng về lâu dài của những đóng góp của khoa học công trong việc tăng năng lực cạnh tranh kinh tế của quốc gia. Những lo ngại này vẫn sẽ định hình chương trình nghị sự chính sách nghiên cứu

của các nước tìm cách liên kết chặt chẽ hơn nghiên cứu công với nhu cầu của doanh nghiệp, cũng như thu hút và lưu giữ tài sản tri thức di động, nhân tài và các nguồn đầu tư cho KH&CN đang gia tăng.

Các vấn đề quốc phòng, an ninh cũng có thể được tái khẳng định là những nội dung ưu tiên trong chương trình nghiên cứu quốc gia trong vòng 10 - 15 năm tới nếu tỷ lệ khủng bố, nguy cơ xung đột vũ trang hoặc các mối đe dọa gia tăng. Dù nhiều năm qua quân đội là một trong số những nhà đầu tư lớn cho nghiên cứu khoa học, nhưng tỷ lệ chi của chính phủ cho NC&PT ở hầu hết các nước OECD đã giảm mạnh kể từ khi kết thúc Chiến tranh lạnh và hiện đang ở mức thấp trong lịch sử. Xu hướng này có thể sẽ thay đổi nếu hệ thống quốc tế ngày càng bất ổn. Cũng trong giai đoạn này, ngân sách NC&PT quốc phòng của các cường quốc mới nổi đã tăng rõ rệt và Trung Quốc được cho là nước có ngân sách NC&PT quốc phòng lớn thứ hai thế giới sau Hoa Kỳ.

Dù chú ý đến những thách thức xã hội, kinh tế và an ninh, nhưng phần ngân sách NC&PT công được phân bổ cho nghiên cứu không theo chủ đề (ví dụ nhằm phát triển tri thức) vẫn sẽ lớn. Trong năm 2015, nghiên cứu không theo chủ đề chiếm hơn 2/3 tổng số ngân sách công phân bổ ở Áo, Hà Lan, Thụy Điển, Lithuania, Thụy Sĩ và kể từ đầu những năm 1990, phần ngân sách cấp cho loại hình nghiên cứu này đã tăng ở hầu hết các nước. Dữ liệu quốc gia của Hoa Kỳ cũng xác nhận sự sụt giảm của nghiên cứu được định hướng bởi nhiệm vụ. Trong 15 năm qua, ở Hoa Kỳ, các đơn vị thực hiện nghiên cứu được định hướng bởi nhiệm vụ chủ yếu tìm cách đáp ứng các mục tiêu công chứ không phải thúc đẩy sự phát triển của khoa học, đã trải qua thời kỳ tăng trưởng ngân sách biên và trong một số trường hợp thậm chí không bắt kịp với lạm phát. Cũng trong giai đoạn này, tài trợ của chính phủ cho nghiên cứu gần như tăng gấp đôi; Viện nghiên cứu y tế quốc gia (NIH) và Quỹ Khoa học Quốc gia (NSF) đã sử dụng 3/4 nguồn tài trợ gia tăng của liên bang cho khoa học.

Sự thay đổi định hướng nghiên cứu công theo hướng nêu trên bắt nguồn từ những lý do khá phức tạp và có sự khác biệt giữa các quốc gia. Tuy nhiên, những lý do chủ yếu là sự chuyển hướng của các trường đại học tương đối tự trị thành đơn vị chính thực hiện nghiên

cứu công và sự chú trọng của chính sách vào việc nâng cao sự xuất sắc của nghiên cứu (theo định nghĩa hẹp hiện nay, thì về cơ bản là các trích dẫn từ những bài báo đăng trên các tạp chí hàng đầu). Các khái niệm rộng hơn về sự xuất sắc của nghiên cứu công nhấn mạnh đến sự phù hợp của nghiên cứu về những thách thức xã hội, có thể vẫn được sử dụng trong vòng 15 năm tới và dẫn đến nhiều khoản chi cho nghiên cứu sẽ được phân bổ theo định hướng của nhiệm vụ và chủ đề. Ngoài ra, các trường đại học sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc thực hiện nghiên cứu được định hướng bởi nhiệm vụ, đặc biệt khi chúng hình thành mối liên hệ mật thiết giữa các viện nghiên cứu công và doanh nghiệp.

Sự phát triển của KH&CN như tiềm năng của dữ liệu lớn, các công nghệ thần kinh, trí tuệ nhân tạo và sinh học tổng hợp, sẽ mở ra những cơ hội và thách thức mới tác động lớn đến các chương trình nghiên cứu trong thập kỷ tới. Việc đưa ra lựa chọn chiến lược cho những ưu tiên tương lai trong nhiều lĩnh vực khác nhau cũng sẽ là thách thức cho cả những người thực hiện và nhà tài trợ nghiên cứu. Các lĩnh vực nghiên cứu mới sẽ xuất hiện từ sự hội tụ của công nghệ (bao gồm CNTT&TT, công nghệ nano, công nghệ sinh học và khoa học nhận thức).

Nhiều đột phá KH&CN quan trọng gặp nhau ở sự giao thoa giữa các ngành. Chẳng hạn như trong sinh học tổng hợp, ý tưởng bao quát là áp dụng phương thức kỹ thuật với các hệ thống sinh học thông qua xem xét các hệ thống này như những máy cơ học đang hoạt động và chế tạo các thiết bị từ các khối cấu thành sinh học tiêu chuẩn. Sinh học tổng hợp áp dụng các nguyên tắc, phương pháp và thông lệ từ toán học, kỹ thuật và khoa học máy tính với nhiều ứng dụng trong chế tạo, môi trường, nông nghiệp và y tế. Một ví dụ khác về khoa học thần kinh, trong đó có sự chồng chéo của nhiều ngành khoa học từ y học, hóa học và di truyền học cho đến ngôn ngữ, khoa học nhận thức và tâm lý rồi cả khoa học, kỹ thuật và toán học với các ứng dụng từ bản thân y học (ví dụ, mô cấy điện tử có thể chữa trị hoặc thay thế chức năng não) cho đến công nghệ kích thích não cũng như các công nghệ truyền thông và giao diện giữa người và máy (như các bộ phận giả thần kinh).

Những thách thức xã hội toàn cầu phức tạp vốn dĩ cần đến nghiên cứu kết hợp những lĩnh vực nghiên cứu truyền thống không phổ biến, bao gồm khoa học vật lý, khoa học xã hội và nhân văn. Tuy nhiên, các trường đại học, ban thẩm định, cơ quan tài trợ và tạp chí khoa học vẫn chủ yếu được tổ chức theo ngành để phù hợp với các hoạt động liên ngành. Trong những năm gần đây, các nhà tài trợ nghiên cứu chú ý nhiều đến việc phá vỡ rào cản giữa các ngành. Động thái này vẫn tiếp diễn một phần để phản ứng với những thách thức xã hội to lớn nhưng mặt khác để thúc đẩy sự phát triển của các công nghệ đột phá. Trong tương lai, xu hướng tăng tính liên ngành và xuyên ngành có thể được phản ánh cả trong việc lựa chọn ưu tiên nghiên cứu chiến lược và tái cơ cấu hoặc liên kết các cơ quan và chủ thể nghiên cứu khác nhau.

4.4. Đối tượng thực hiện nghiên cứu công

Các hệ thống nghiên cứu công của quốc gia đã thay đổi trên phạm vi toàn cầu hướng tới sự xuất sắc của nghiên cứu và tập trung nguồn lực vào các tổ chức nghiên cứu tầm cỡ thế giới mà đa số là các trường đại học. Mô hình trường đại học liên kết chặt chẽ giữa hoạt động giảng dạy với nghiên cứu, cũng như thu hút sinh viên tham gia nghiên cứu, ngày càng trở nên phổ biến. Các trường đại học đã thay thế viện nghiên cứu công trở thành đơn vị chính thực hiện nghiên cứu công. Trong những thập kỷ gần đây, tỷ lệ chi của giáo dục đại học cho NC&PT (HERD) trên tổng số nghiên cứu công đã tăng đều trong khu vực OECD, trong khi tỷ lệ chi của chính phủ cho NC&PT giảm. Tuy nhiên, giữa các trường đại học và viện nghiên cứu công có sự không đồng nhất. Ví dụ, ở hầu hết các quốc gia, chỉ có một tỷ lệ nhỏ các trường đại học có khả năng thực hiện phần lớn nghiên cứu. Các trường đại học này thường có khả năng tự chủ cao về phương thức cân bằng và thực hiện nhiệm vụ bị chi phối bởi quy mô và tài chính của đơn vị - các yếu tố này thay đổi lớn thậm chí trong mỗi nước. Vì vậy, dù loại hình trường đại học này là một phần quan trọng của các hệ thống nghiên cứu công, nhưng chính phủ các nước thường chỉ hạn chế kiểm soát họ trực tiếp.

Khu vực viện nghiên cứu công thường bao gồm nhiều đơn vị thực hiện nghiên cứu từ các đơn vị thực hiện nghiên cứu cơ bản sử dụng cơ sở hạ tầng nghiên cứu lớn đắt đỏ cho đến các đơn vị cung cấp dịch vụ kỹ thuật cho DNNVV. Các viện nghiên cứu công đó chú trọng nhiều vào nghiên cứu ứng dụng và bám sát nhu cầu của thị trường, đã bị cắt nguồn kinh phí rất lớn. Sự tồn tại của các viện nghiên cứu công trong khu vực công vẫn tiếp tục gây tranh cãi. Thách thức lớn đối với các viện nghiên cứu công là khó tính toán thực hiện các hoạt động trên phạm vi rộng, trong đó nhiều hoạt động không dễ kiểm tra và đánh giá theo các chỉ số cũ. Nhiều viện nghiên cứu cũng có cơ sở hạ tầng nghiên cứu lớn và lực lượng lao động già hóa cần có chi phí duy trì hoạt động rất tốn kém và được đào tạo cho thời kỳ mà chính phủ và các đơn vị dẫn đầu ngành công nghiệp là khách hàng chính sử dụng sản phẩm nghiên cứu của họ. Trong 15 năm tới, khi các trường đại học tiếp tục đẩy mạnh triển khai “nhiệm vụ thứ ba” và các hoạt động thương mại hóa cũng như tăng cường hợp tác với khu vực doanh nghiệp, thì sự trùng lặp giữa các nhiệm vụ của viện nghiên cứu công và trường đại học có xu hướng gia tăng với tiềm năng làm tăng cả cạnh tranh và hợp tác giữa họ. Tại nhiều nước OECD, các viện nghiên cứu công và trường đại học đang liên kết chặt chẽ với nhau thông qua các dự án chung, đào tạo tiến sỹ, đồng tác giả, các trung tâm nghiên cứu chung và trong một số trường hợp là nằm trên cùng địa điểm. Một số nước như Đan Mạch, thậm chí đã tiến hành kết hợp viện nghiên cứu công với trường đại học. Các hoạt động liên kết và sáp nhập này theo dự đoán sẽ gia tăng để ứng phó với sự hội tụ sâu hơn trong các nhiệm vụ tổ chức và sức ép về chi tiêu công.

Ngoài ra, sự chuyển dịch hướng tới khoa học mở và tiến bộ của các công nghệ số cũng có thể thúc đẩy phát triển các sáng kiến khoa học của công dân và nâng cao hiểu biết của công chúng về khoa học. Số lượng NC&PT được thực hiện trong môi trường ngoài công lập và ngoài doanh nghiệp, tức là do công dân và các nhóm có tổ chức thực hiện dù có quy mô vẫn khá nhỏ và hạn chế, nhưng theo dự báo sẽ tăng mạnh. Trước đây, các hoạt động này do các nhà khoa học chỉ đạo, sử dụng các tình nguyện viên để thu thập, tổ chức và xử lý dữ liệu với chi phí thấp. Ví dụ, Galaxy Zoo đã sử dụng tình nguyện viên để nhận

dạng và phân loại khối lượng lớn hình ảnh thiên văn. Sự tham gia của người dân vào các hoạt động khoa học cũng có thể giúp xây dựng và phát triển nền văn hóa nhận thức khoa học. Trên thực tế, các trường học tại một số quốc gia được xem là mục tiêu quan trọng để giới thiệu và quảng bá khoa học công dân và giáo viên ngày càng được thừa nhận đóng vai trò thúc đẩy việc triển khai thí nghiệm và truyền tải các giá trị khoa học - xã hội cho giới trẻ.

Gần đây, phong trào "tự làm khoa học" đã xuất hiện, trong đó công dân và các nhóm có tổ chức làm thí nghiệm và thậm chí duy trì cơ sở riêng hoặc chia sẻ các cơ sở có thể truy cập công khai. Đây vẫn là hoạt động phụ trợ vào thời điểm hiện tại nhưng sẽ tăng mạnh trong thập kỷ tới. Tự làm khoa học có thể tác động đến NC&PT công và tư theo nhiều cách khác nhau không chỉ với vai trò như các cộng tác viên và cộng đồng người sử dụng, mà còn là đối thủ cạnh tranh. Quả thật, các hoạt động này nằm ngoài chế độ quản lý khoa học chính thống, làm dấy lên lo ngại về chất lượng và độ an toàn của nghiên cứu.

4.5. Phương thức thực hiện nghiên cứu công

Nghiên cứu khoa học phụ thuộc nhiều vào sự phát triển của công nghệ và cơ sở hạ tầng nghiên cứu ngày càng tốn kém. Thực trạng này từ lâu đã tồn tại trong lĩnh vực vật lý, nhưng giờ là ở các lĩnh vực nghiên cứu khác như khoa học xã hội và nhân văn. Các chi phí này không chỉ dành cho cơ sở hạ tầng quốc tế lớn mà cả các nền tảng công nghệ quy mô nhỏ, thư viện và kho lưu trữ thông tin, tất cả đều cần được nâng cấp và/hoặc đổi mới liên tục. Cơ sở hạ tầng nghiên cứu quy mô lớn đóng vai trò rất quan trọng đối với nhiều lĩnh vực khoa học và giúp đưa ra nhiều khám phá mới. Các cơ sở hạ tầng này không chỉ dành cho nghiên cứu khoa học cơ bản mà còn hỗ trợ trực tiếp về mặt khoa học để giải quyết những thách thức xã hội và môi trường to lớn. Việc củng cố các cơ sở hạ tầng nghiên cứu công là một trong những ưu tiên của chính sách KH&ĐT hàng đầu ở phần lớn các nước trả lời bộ câu hỏi về chính sách KH&ĐT của EC - OECD năm 2016. Ví dụ, Hoa Kỳ đề xuất tăng 10% ngân sách năm 2016 cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu công, trong khi châu Âu lại mở rộng số lượng Liên hiệp nghiên cứu công của EU. Nhiều dự án đầu tư cho cơ sở hạ tầng

nghiên cứu quy mô lớn cũng sẽ được thực hiện ở Đông Á trong vòng 15 năm tới, phản ánh đặc trưng nghiên cứu của khu vực này.

Tóm lại, việc đầu tư cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu quy mô lớn dự báo về sự hình thành kỷ nguyên mới của "khoa học lớn" bị chi phối bởi quy mô của những thách thức toàn cầu, quốc tế hóa gia tăng và nhu cầu ngày càng cao đối với các thiết bị và thí nghiệm quy mô lớn. Những khoản đầu tư này có sức hút về mặt chính trị, nhưng tốn kém và có nguy cơ loại bỏ các hoạt động NC&PT thành công nhưng ít hiện hữu. Những đánh đổi tiềm năng này đặc biệt cấp bách trong bối cảnh của sự eo hẹp ngân sách trong tương lai. Chính phủ các nước sẽ gặp khó khăn trong việc lựa chọn giữa tài trợ cho "khoa học lớn" hay các dự án của cá nhân nhà nghiên cứu cũng như giữa tài trợ cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu tốn kém hoặc nhân lực nghiên cứu. Hơn nữa, phần lớn đầu tư cho khoa học sẽ được dành để phát triển và duy trì cơ sở hạ tầng phân tán và cơ sở hạ tầng điện tử, bao gồm hỗ trợ chi phí hoạt động và nhân lực có tay nghề và đây sẽ là nội dung quan trọng ngày càng được chính sách chú trọng.

Cơ sở hạ tầng nghiên cứu có lẽ là một trong những lĩnh vực được hưởng lợi nhiều nhất từ việc tăng cường phối hợp chính sách quốc tế trong những năm gần đây. Lý do là vì việc xây dựng và vận hành các cơ sở hạ tầng lớn đòi hỏi nguồn kinh phí nghiên cứu công lớn, tạo động lực mạnh mẽ cho sự hợp tác và chia sẻ chi phí. Để tạo điều kiện cho sự phối hợp chính sách, nhiều cấu trúc chính sách khác nhau đã được thiết lập. Các lộ trình của Diễn đàn Chiến lược châu Âu về cơ sở hạ tầng nghiên cứu đóng vai trò quan trọng trong việc xác định các ưu tiên và quan hệ hợp tác trong và ngoài châu Âu. Nhóm chuyên gia tư vấn khoa học Carnegie của G8+5 đã thành lập một nhóm tư vấn có nhiệm vụ thống nhất nhận thức chung về các vấn đề như quản trị, tài trợ và quản lý cơ sở hạ tầng nghiên cứu quy mô toàn cầu. Vai trò của các tổ chức quốc tế này sẽ được nâng lên khi hợp tác quốc tế trong nghiên cứu trở nên sâu sắc hơn.

Tuy nhiên, quốc tế hóa nghiên cứu vượt quá phạm vi của cơ sở hạ tầng nghiên cứu đa quốc gia quy mô lớn. Hợp tác nghiên cứu đã được quốc tế hóa mạnh mẽ trong những thập kỷ gần đây. Các khuôn

khô chính sách nghiên cứu quốc gia đang được định hình bởi bối cảnh toàn cầu khi các mạng lưới KHCN&ĐM mở rộng ra ngoài biên giới quốc gia. Các quốc gia, doanh nghiệp, trường đại học và nhà nghiên cứu đang được tổ chức theo các mạng lưới hợp tác mở, kết nối các trung tâm nghiên cứu và đổi mới địa phương ra ngoài biên giới. Các ý tưởng, tài sản và nguồn lực đều được tập trung vào những mạng lưới này. Nhờ có công nghệ mới, các cộng tác viên tại nhiều quốc gia có thể liên lạc với nhau một cách dễ dàng và ít tốn kém. Và việc tiếp cận thông tin về các cộng đồng nghiên cứu tại các quốc gia sẽ trở nên dễ dàng hơn. Quy mô của những thách thức lớn trên phạm vi toàn cầu có thể dẫn đến việc mở rộng các dự án nghiên cứu và điều phối quốc tế, như được nêu ra tại G7 trong các sáng kiến mới về bệnh Alzheimer, các bệnh liên quan đến nghèo đói và khả năng kháng vi khuẩn. Chính phủ các nước cũng sẽ phải đối mặt với áp lực để duy trì nỗ lực nhằm loại bỏ rào cản trong những chế độ tài trợ quốc gia đối với hoạt động hợp tác nghiên cứu quốc tế. Tính lưu động của các nhà nghiên cứu trên phạm vi quốc tế đã ở mức cao và có thể tăng hơn nữa. Tuy nhiên, cả hai xu thế này đều bị xã hội phản đối với mong muốn hạn chế tình trạng di cư quốc tế.

Các công nghệ số đã làm thay đổi triệt để cách làm khoa học và phương thức phổ biến các kết quả nghiên cứu. Một mô hình mới của "khoa học mở" đang nổi lên, bao gồm: 1) truy cập mở vào các tạp chí khoa học; 2) dữ liệu nghiên cứu mở; và 3) hợp tác mở với sự hỗ trợ của CNTT&TT. Bên cạnh đó, trên cơ sở quy mô dữ liệu sẵn có, khoa học đã phát triển mạnh mẽ nhờ khả năng phân tích dữ liệu đó. "Dữ liệu lớn" và nghiên cứu dựa vào dữ liệu hiện đang phổ biến trên mọi lĩnh vực khoa học và mở ra khả năng thú vị để giải quyết những thách thức khoa học trước đây không thể.

Mở rộng khoa học được xem là phương tiện để đẩy mạnh nghiên cứu, khiến hoạt động này hiệu quả hơn và cộng đồng dễ dàng chấp nhận khoa học. Điểm cần thừa nhận là các kết quả nghiên cứu được tạo ra bằng tiền thuế là hàng hóa công và phải được công bố với mục đích tăng lợi ích xã hội. Thật vậy, ý nghĩa của khoa học mở là một bộ dữ liệu nhất định có thể tạo ra nhiều nghiên cứu và mở ra

nhiều cơ hội cho các nhà khoa học trong nước và quốc tế tham gia nghiên cứu. Miễn là các doanh nghiệp nội địa có nguồn nhân lực và tài chính để chuyển đổi nghiên cứu thành tri thức có thể sử dụng, thì khoa học mở có thể mang lại cho các nền kinh tế mới nổi nhiều cơ hội để tăng tốc độ bắt kịp về công nghệ và tiến gần hơn đến biên giới tri thức. Ngoài ra, một số bằng chứng về truy cập mở ấn phẩm khoa học cho thấy, việc chia sẻ dữ liệu có thể làm tăng tỷ lệ trích dẫn của các bài báo khoa học và phát triển hành vi khoa học tốt.

Các phương thức truy cập mở đang gia tăng do chi phí quảng bá trực tuyến thấp. Đồng thời, các mô hình xuất bản truyền thống trên các tạp chí khoa học đã bị chỉ trích nặng nề vì hạn chế khả năng tiếp cận với kết quả nghiên cứu được cấp kinh phí công, là sản phẩm của các trường đại học và viện nghiên cứu, trong đó, nhiều đơn vị đã phản đối việc tăng phí đặt mua tạp chí. Hai mô hình truy cập mở đã xuất hiện, gồm có "truy cập mở vàng" và "truy cập mở xanh". Cả hai phương thức này đều có ưu và nhược điểm riêng và chưa rõ phương thức nào sẽ trở thành giải pháp ưu thế.

Hộp 2. Hai mô hình xuất bản chính, thúc đẩy truy cập mở các bài báo khoa học

Truy cập mở "xanh" liên quan đến việc "tự lưu trữ" một bài báo được xuất bản hoặc bản thảo cuối cùng đã được thẩm định lần cuối của một nhà nghiên cứu sau khi hoặc trong lúc nó được công bố trên một tạp chí nghiên cứu. Khả năng tiếp cận của công chúng với bài báo này có thể bị chậm trễ do thời hạn cấm vận có sự thay đổi lớn (thường lên đến 24 tháng). Theo giấy phép Creative Commons (CC - BY), người sử dụng các bài báo thu thập theo phương thức truy cập mở xanh, thường không được quyền sử dụng lại toàn bộ; Các phiên bản in trước được gửi trực tuyến, nhưng chưa được thẩm định và tiêu tốn chi phí bảo quản lớn. Tuy nhiên, các bài viết có thể được tải lên từ nhiều nơi (từ các kho lưu trữ của viện nghiên cứu hoặc theo chuyên ngành cho đến các trang web cá nhân) và các tác giả được tự do lựa chọn nơi xuất bản. Ngoài ra, các tác giả không mất thêm chi phí nào.

Truy cập mở "vàng" hay "tác giả trả tiền xuất bản" là mô hình trong đó một ấn phẩm được cung cấp trực tuyến ngay lập tức bởi nhà xuất bản khoa học theo phương thức truy cập mở. Trong trường hợp này, chi phí liên quan được chuyển từ người đọc sang tác giả hoặc viện nghiên cứu có liên kết với tác giả. Các cơ quan tài trợ nghiên cứu cũng có thể đưa ra quy định về phí

truy cập mở. Trong mô hình này, chi phí xuất bản cần được tính đến và việc lựa chọn nơi xuất bản cũng hạn chế. Tuy nhiên, bài viết này sẽ không phải trải qua thời gian cấm vận và thường được phép sử dụng lại toàn bộ theo Giấy phép Creative Commons (CC - BY). Ngoài ra, các nhà xuất bản còn cung cấp nhiều dịch vụ đổi mới sáng tạo và một số nhà xuất bản thậm chí còn miễn lệ phí cho các tác giả không có tài trợ của tổ chức.

Nguồn: OECD (2015a).

Các nhà khoa học cũng đang nhanh chóng thông qua các kênh khác để phổ biến công trình nghiên cứu của họ bằng cách chia sẻ qua blog, phương tiện truyền thông xã hội và đa phương tiện. Bước chuyển biến này là nhờ tính phổ biến của các công nghệ số cũng như mong muốn công bố nhanh kết quả nghiên cứu để tránh các con đường đăng tải tốc độ chậm trên các tạp chí truyền thống và tăng tác động của nghiên cứu khoa học thông qua việc mở rộng số lượng độc giả chứ không chỉ hạn chế ở số độc giả của các tạp chí khoa học.

Khi thông tin khoa học được thảo luận và phổ biến ngày càng nhiều theo cách này, thì các mô hình xuất bản và nhận dạng phải thay đổi. Sự xuất hiện của các kênh phổ biến khoa học mới nghĩa là các cơ sở dữ liệu trích dẫn với số lượng kết quả nghiên cứu có phần giảm sút, sẽ đặt ra thách thức lớn đối với việc sử dụng nguồn dữ liệu này để đo lường tác động của kết quả nghiên cứu. Tuy nhiên, ưu thế của khái niệm hẹp về sự xuất sắc dựa vào cơ sở dữ liệu trích dẫn để đánh giá chất lượng nghiên cứu (quan trọng cho hoạt động tài trợ và phát triển nghề nghiệp) có nghĩa là các con đường xuất bản truyền thống sẽ không mất đi nhanh chóng vì chúng đang phần nào thay đổi để tăng tốc độ xuất bản, cho phép truy cập mở trong một số trường hợp và kết hợp một số tính năng đa phương tiện. Việc các chương trình nghị sự quốc gia nhấn mạnh đến những thách thức xã hội và việc sử dụng đồng thời các tiêu chí giá trị công để đánh giá tác động của nghiên cứu cũng sẽ đặt ra thách thức đối với sự phụ thuộc vào trắc lượng thư mục. Các chỉ số đo lường thay thế (Altmetrics) khi có thể truy cập từ phạm vi rộng hơn nhờ sự hỗ trợ của các phương thức số, sẽ được sử dụng ngày càng phổ biến cùng với trắc lượng thư mục truyền thống để đánh giá tác động của nghiên cứu.

Dù chịu sức ép về chi phí, nhưng bình duyệt vẫn là một phương tiện quan trọng để đánh giá chất lượng nghiên cứu. Một số thay đổi có thể diễn ra, ví dụ bình duyệt ẩn phẩm sau khi lấy ý kiến đám đông, bổ sung cho các phương thức đánh giá truyền thống, nhưng sẽ vẫn được kiểm soát chặt chẽ, không chỉ do chi phí mà cả do những lo ngại về chất lượng, đặc biệt là do thiếu khả năng tái bản nhiều nghiên cứu được công bố trên các tạp chí khoa học.

Trong tương lai, số hóa khoa học sẽ tạo thuận lợi cho việc truy cập dữ liệu khoa học. Dữ liệu mở có tiềm năng làm cho hệ thống nghiên cứu trở nên hiệu quả hơn bằng cách giảm sự trùng lặp và cho phép sử dụng cùng một dữ liệu để tạo ra nhiều nghiên cứu. Ngoài ra, dữ liệu mở cũng có thể giúp khắc phục lo ngại về tính nghiêm ngặt và khả năng tái bản các kết quả khoa học được công bố bằng cách đảm bảo truy cập mở trực tuyến với dữ liệu nghiên cứu cơ bản.

Mặc dù nguyên tắc truy cập mở vào dữ liệu khoa học đã được các nước OECD xây dựng, nhưng phạm vi truy cập vẫn thay đổi nhiều. Nguyên nhân là do các bộ dữ liệu không được xác định dễ dàng và được định nghĩa là các bài báo nghiên cứu khoa học. Sự đa dạng của dữ liệu khoa học cũng như truyền thống và tiêu chuẩn xử lý khác nhau cũng cản trở khả năng tiếp cận và tương tác của các hệ thống. Tuy nhiên, những vấn đề kỹ thuật này sẽ dần dần được giải quyết trong vài năm tới và một số nền tảng kỹ thuật số ưu thế sẽ xuất hiện để hỗ trợ hệ thống nghiên cứu trong việc chia sẻ dữ liệu.

Khi quản lý khoa học và nghiên cứu được số hóa ngày càng nhiều, sẽ mở ra những cơ hội mới để liên kết các bộ dữ liệu bao trùm nhiều lĩnh vực hoạt động và tác động đa dạng gồm có tài trợ nghiên cứu, kiểm kê thiết bị, dữ liệu nghiên cứu, ấn phẩm và trích dẫn, hồ sơ nghiên cứu và sự hiện diện của truyền thông xã hội.

Cơ sở hạ tầng dữ liệu nghiên cứu mới xuất hiện, được xây dựng từ nhiều chủ thể khác nhau, bao gồm các nhà nghiên cứu và nhà tài trợ có kho lưu trữ và hệ thống thông tin riêng, các nhà xuất bản giáo dục lớn, cũng như các công ty mới cung cấp dịch vụ giống như Facebook (đặc biệt là ResearchGate và Academia.edu). Trong số những sáng kiến gần đây để phát triển cơ sở hạ tầng dữ liệu này, dự án ID cho các

nhà nghiên cứu và cộng tác viên mở rộng (ORCID) - dự án quốc tế phi lợi nhuận được các chính phủ ủng hộ nhằm cung cấp cho các nhà nghiên cứu tài khoản ID duy nhất. Như vậy có thể theo dõi hiệu quả hơn hoạt động nghiên cứu và đổi mới (ví dụ xin tài trợ và gửi bài báo) và sẽ lập dữ liệu mới phục vụ việc phân tích. Nhận thức được lợi ích của việc sở hữu tài khoản ID đã được chuẩn hóa, các nhà tài trợ và nhà xuất bản trên toàn thế giới đang tích hợp ngày càng nhiều ORCID vào các hệ thống và thủ tục của họ.

Dù các sáng kiến này phần nào có sự chồng chéo, nhưng thường được khai thác từ nhiều nguồn thông tin khác nhau và không nhà cung cấp nào có tất cả dữ liệu làm cho các dữ liệu khác trở nên không cần thiết. Nhưng tình trạng này có thể sẽ thay đổi trong tương lai và các nhà xuất bản lớn có lẽ sẽ hiện đại nhất trong việc phát triển, thu thập và tích hợp các dịch vụ dữ liệu khác nhau. Ví dụ:

- Nhà xuất bản Holtzbrinck sở hữu Springer Nature và Khoa học kỹ thuật số, có kho dữ liệu trực tuyến dành cho truy cập mở, phần mềm kết hợp viết và xuất bản, tài khoản ID riêng cho các tổ chức thực hiện nghiên cứu, các hệ thống quản lý thông tin hỗ trợ ra quyết định trong các tổ chức nghiên cứu, các chỉ số đo lường thay thế để theo dõi tác động của các bài báo và các hệ thống hỗ trợ ra quyết định dành cho nhà tài trợ khoa học.

- Nhà xuất bản Elsevier Research Intelligence, cung cấp nhiều dịch vụ bao gồm cơ sở dữ liệu trắc lượng thư mục, các hệ thống quản lý thông tin hỗ trợ ra quyết định tại các trường đại học và viện nghiên cứu công, phần mềm phân tích phục vụ phân tích xu hướng và kỹ thuật quản trị định chuẩn, một công cụ nhận dạng chuyên gia và bộ quản lý tài liệu tham khảo miễn phí và mạng xã hội nghiên cứu.

Liệu các sáng kiến do những nhà xuất bản lớn này đưa ra có thể trở thành "nền tảng" của khoa học giống như Google, Apple, Facebook và Amazon không? Hoặc các phương thức thay thế hợp tác từ dưới lên và mở rộng hơn sẽ xuất hiện dựa vào các tiêu chuẩn mở và giao diện lập trình ứng dụng (APIs) không? Đây là những câu hỏi chưa có lời giải đáp. Nhờ công nghệ, các tiêu chuẩn mở có thể đảm bảo khả năng tương tác, chia sẻ và sử dụng lại dữ liệu, nhưng các yếu

tổ khác (như hiệu ứng mạng, tệp đính kèm ưu tiên hoặc quyền sở hữu dữ liệu cá nhân) có thể hạn chế người dùng trong một hoặc một vài nền tảng thương mại.

Bên cạnh đó, nhiều trở ngại vẫn sẽ tồn tại trong thập kỷ tới. Ví dụ, các tổ chức nghiên cứu công đến nay đã chịu phần lớn chi phí lưu trữ, bảo quản và truy cập, sẽ vẫn gặp khó khăn trong việc tìm kiếm các mô hình tài trợ và kinh doanh bền vững. Các vấn đề pháp lý liên quan đến quyền sở hữu những bộ dữ liệu lớn được thu thập hoặc xây dựng bởi các nhà cung cấp máy móc hoặc phần mềm. Và các vấn đề về bảo mật và an ninh sẽ rất khó giải quyết, nhưng sẽ thu hút sự chú ý của chính sách vì mọi lĩnh vực của hệ thống nghiên cứu công (bao gồm các nhà nghiên cứu, nhà xuất bản, nhà tài trợ và nhà hoạch định chính sách) đều nắm được dữ liệu mở. Chia sẻ kết quả nghiên cứu theo phương thức công khai trực tuyến và sử dụng lại kết quả và dữ liệu nghiên cứu do những người khác tạo ra, cũng giả định về sự thay đổi căn bản trong văn hóa nghiên cứu cần có thời gian để hình thành và cần được khuyến khích. Khoa học dù là hợp tác, nhưng cũng cạnh tranh ở mức cao. Cá nhân các nhà khoa học và các tổ chức muốn xác định tác động của các công trình nghiên cứu của họ trên phạm vi rộng, thường vẫn phải sử dụng các biện pháp trắc lượng thư mục tạp chí đã chuẩn hóa. Do đó, họ có ít động lực để chia sẻ dữ liệu và tài liệu thực nghiệm. Các cơ chế kiểm định việc công bố bộ dữ liệu và nỗ lực hợp tác khác sẽ là cần thiết để thúc đẩy phát triển dữ liệu mở.

Khoa học lớn tạo ra "dữ liệu lớn". Việc sử dụng rộng rãi các cảm biến trong xã hội (ví dụ như thông qua Internet vạn vật, phong trào "tự định lượng" và khoa học công dân) và sự mở rộng nhanh chóng dữ liệu của chính phủ cũng sẽ góp phần tạo ra nguồn dữ liệu này. Dù tính khả dụng lớn của dữ liệu sẽ mở ra các cơ hội và thách thức mới cho khoa học, nhưng cũng cần có cơ sở hạ tầng và kỹ năng chuyên dụng. Ngoài ra còn có những thách thức chủ yếu trong quản lý dữ liệu. Một báo cáo gần đây về dữ liệu lớn nhằm thúc đẩy hoạt động nghiên cứu chứng mất trí, đã xác định được 7 thách thức trong số đó là tính khả dụng của dữ liệu, khả năng tương tác, khả năng tiếp cận, quyền sở hữu, chất lượng, truy xuất nguồn gốc và bảo mật. Các lĩnh vực nghiên cứu mới sẽ phát triển theo hướng khai thác dữ liệu, bảo

mật dữ liệu, máy học, trí tuệ nhân tạo, khả năng tương tác của cơ sở dữ liệu và các yếu tố liên quan. Năng lực xử lý, chi phí thiết bị thấp và số hóa quy mô lớn sẽ hỗ trợ thử nghiệm với tốc độ nhanh và hợp lý hơn, trong khi số hóa sẽ cho phép nhân bản với tốc độ cao và trung thực hơn. Rộng hơn, NC&PT công sẽ ngày càng được tự động hóa thông qua sử dụng nhiều robot để xử lý nhanh hơn cũng như tăng quy mô và hiệu quả của nghiên cứu.

Các công nghệ nhận dạng bằng mô hình sẽ tăng khả năng phân tích nguyên nhân với các ứng dụng trực tiếp trong nhiều lĩnh vực khoa học. Quả thực, khoa học chủ yếu sẽ được thúc đẩy bởi thử nghiệm giả thuyết do máy tính đưa ra dựa vào các mô hình khai thác từ cơ sở dữ liệu lớn. Dữ liệu sẽ đi trước ý tưởng nghiên cứu và định hướng thiết kế nghiên cứu thực nghiệm. Đến nay, phương pháp khoa học đã được xây dựng dựa vào thử nghiệm giả thuyết. Thử nghiệm giả thuyết được thông báo bằng các mô hình giải thích, sau đó được chỉnh sửa thông qua khám phá khoa học. Tuy nhiên, quy trình và tiện ích của việc phát triển mô hình có thể thay đổi vì trong một số lĩnh vực, dữ liệu sẽ chứa đựng tất cả các đối tượng được quan tâm (dữ liệu sẽ toàn diện nhưng không mang tính đại diện). Các phương thức tiếp cận truyền thống thông qua giả thuyết và phát triển các “lý thuyết lớn”, sẽ được bổ sung bằng nghiên cứu dựa vào dữ liệu bắt đầu với khối lượng dữ liệu khổng lồ và có thể sử dụng các phương pháp kết hợp và thuật toán từ các lĩnh vực nghiên cứu khác nhau. Thay đổi theo hướng này đã rõ ràng.

4.6. Nghề nghiên cứu công

Trong hai thập kỷ qua, trên toàn thế giới đã có sự gia tăng mạnh mẽ số lượng tiến sỹ mới. Hoa Kỳ vẫn là nơi đào tạo nhiều tiến sỹ nhất sau đó đến Đức, Anh và Ấn Độ và vượt xa Nhật Bản. Các nền kinh tế lớn mới nổi đã tăng đáng kể năng lực giáo dục đại học, kể cả bậc trên đại học. Năm 2014, các nước không thuộc OECD chiếm hơn 1/4 số học vị tiến sỹ mới được trao trên toàn cầu. Cũng trong năm này, ở Trung Quốc, số người tham gia học chương trình tiến sỹ cao hơn mức trung bình của các nước OECD. Đặc biệt về khoa học tự nhiên và kỹ thuật, Trung Quốc xếp vị trí thứ 2 sau Hoa Kỳ và trước Đức về mức trung bình năm số lượng tiến sỹ tốt nghiệp trong giai đoạn 2008 - 2012.

Trong một số lĩnh vực khoa học phổ biến có nhiều tiến sỹ. Khoảng 40% tiến sỹ mới trong khu vực OECD tốt nghiệp chuyên ngành STEM và tỷ lệ này tăng lên 58% nếu tính cả tiến sỹ y khoa. Các chương trình đào tạo tiến sỹ ở Pháp (59%), Canada (55%) và Trung Quốc (55%) đặc biệt chú trọng vào chuyên ngành khoa học tự nhiên và kỹ thuật.

Trong vòng 15 năm tới chưa chắc sẽ có sự cân bằng giữa cung và cầu nhân lực khoa học. Dân số già hóa và lo ngại về sự thờ ơ của giới trẻ đối với khoa học đã làm dấy lên lo ngại của các nhà hoạch định chính sách về nguồn cung bền vững nhân tài KHCN&ĐM, đặc biệt là thời gian cần cho các hệ thống giáo dục đào tạo tiến sỹ mới. Nếu thiếu các kỹ năng liên quan thì sẽ phải phụ thuộc nhiều hơn vào nhân tài từ nước ngoài, đặc biệt là từ các nền kinh tế mới nổi và nền kinh tế đang phát triển. Tuy nhiên, khi các hệ thống nghiên cứu trong những nền kinh tế này phát triển hơn nữa, cạnh tranh về nhân tài trên phạm vi toàn cầu sẽ tăng lên.

Mặt khác, giảm đầu tư công và tăng tự động hóa trong các phòng thí nghiệm có thể làm giảm nguồn cầu về các nhà nghiên cứu mới. Gần đây, sự gia tăng số lượng tiến sỹ được xem là tín hiệu tích cực và được sự ủng hộ của chính sách. Hơn nữa, sự sụt giảm tài trợ cốt lõi trong các trường đại học và phòng thí nghiệm công và việc thay thế phương thức tài trợ này bằng tài trợ dựa vào dự án cạnh tranh ngắn hạn, đã làm nảy sinh nhu cầu lớn về nhân lực tương đối lưu động và giá rẻ là các nghiên cứu sinh tiến sỹ và sau tiến sỹ được sử dụng cho các hợp đồng ngắn hạn. Nhưng thời kỳ này có thể sẽ kết thúc, vì nhiều tiến sỹ đang gặp khó khăn trong việc tìm kiếm công việc phù hợp với trình độ kỹ năng cao của họ. Trong những năm gần đây, cũng có một số dấu hiệu cho thấy sự sụt giảm số lượng tiến sỹ chuyên ngành STEM so với các chuyên ngành khác, nhất là trong các hệ thống giáo dục tiến sỹ quy mô lớn.

"Thị trường lao động kép" đã xuất hiện trong các trường đại học và viện nghiên cứu công do ảnh hưởng từ các động lực của thị trường này, một mặt bao gồm các nhà nghiên cứu được trả lương tương đối

cao, thường có hợp đồng công chức và viên chức dài hạn và mặt khác là số lượng lớn lao động thời vụ giá rẻ tại các Trung tâm xuất sắc hoặc trong các dự án nghiên cứu được nhận tài trợ cạnh tranh. Một cuộc khảo sát gần đây có sự tham gia của 38 nước EU và nước đối tác của EU cho thấy sự tồn tại của tính hai mặt, với tỷ lệ lớn các nhà nghiên cứu trong khu vực giáo dục đại học được sử dụng thông qua các hợp đồng có thời hạn hoặc không ký hợp đồng, đây là tình trạng phổ biến ở giai đoạn mới vào nghề. Năm 2012, trong số các nghiên cứu sinh tiến sỹ và sinh viên đã tốt nghiệp (31%), tỷ lệ các nhà nghiên cứu "không có hợp đồng lao động" hoặc hợp đồng dưới 1 năm cao hơn 10 lần tại các giai đoạn đầu của nghề nghiên cứu (3%). Gần 90% số lượng nhà nghiên cứu là tiến sỹ ở trong điều kiện làm việc bấp bênh không có hợp đồng hoặc hợp đồng dưới 2 năm, trong khi 90% số nhà nghiên cứu lâu năm đầu ngành đều có vị trí ổn định. Tính hai mặt này đã gây khó khăn cho cá nhân các nhà nghiên cứu ít được đảm bảo có việc làm ổn định về lâu dài và ngày càng ít cơ hội chiếm lĩnh vị trí cố định. Ngoài các vấn đề về tình trạng hợp đồng, các nhà nghiên cứu này cũng được trả tiền lương ít hơn, ít được tiếp cận với tài trợ nghiên cứu, các chương trình đào tạo và phát triển nghề nghiệp và triển vọng nghề nghiệp không mấy sáng sủa. Không ngạc nhiên khi các nhà nghiên cứu đảm nhiệm 2 hoặc 3 vị trí trước khi có vị trí cố định vào năm gần 30 tuổi - giả thuyết rằng họ vẫn theo đuổi lâu dài nghề nghiên cứu. Trên thực tế, số lượng lớn nhà nghiên cứu đã bỏ nghề, đặt ra những vấn đề về việc hoàn trả chi phí đầu tư công tốn kém cho việc đào tạo nguồn nhân lực này. Ở một số quốc gia, thời gian đào tạo tiến sỹ khá dài, đồng nghĩa với việc chi phí của xã hội và cá nhân để đào tạo tiến sỹ mới vẫn cao; thời gian đào tạo dài cũng làm giảm tốc độ mà các hệ thống đáp ứng với những thay đổi theo nhu cầu.

Tóm lại, mặc dù tài trợ cạnh tranh dựa vào dự án vẫn là phương thức tài trợ nghiên cứu chủ yếu, nhưng sẽ vẫn có những yếu tố cứng nhắc trong thị trường lao động của các nhà nghiên cứu và các hợp đồng lao động ngắn hạn sẽ tiếp tục chiếm ưu thế trong giai đoạn từ đầu đến giữa của nghề nghiên cứu. Tuy nhiên, sự gia tăng mạnh mẽ số lượng học vị tiến sỹ và sau tiến sỹ trong vài thập kỷ qua, gần đây đã được kiểm soát chặt chẽ khi có nhiều nỗ lực để xây dựng sự nghiệp

khoa học lâu dài. Bên cạnh đó, số lượng tiến sỹ và sau tiến sỹ trên toàn hệ thống giảm, có thể gây khó khăn cho các phòng thí nghiệm nghiên cứu công có cơ cấu hoạt động hiện phụ thuộc vào số lượng ổn định nghiên cứu sinh tiến sỹ và sau tiến sỹ để thực hiện nhiều nghiên cứu.

Do có nhiều tiến sỹ (và ngày càng nhiều nhà nghiên cứu sau tiến sỹ) đang bỏ nghề nghiên cứu, nên nhiều người cho rằng họ cần được đào tạo để được cung cấp các kỹ năng chuyển tiếp và tiếp xúc với ngành công nghiệp và các ngành nghề khác. Tuy nhiên, nhiều quốc gia đã kết hợp đào tạo tiến sỹ với nhu cầu của thị trường và đa dạng hóa con đường sự nghiệp thông qua thời gian thực tập, cũng như cho phép chuyển học bổng tiến sỹ sang khu vực công nghiệp. Nhu cầu kết nối này sẽ được chính sách chú trọng nhiều hơn trong những năm tới. Do đó, việc đào tạo các nhà nghiên cứu mới thông qua quá trình đào tạo tiến sỹ và sau tiến sỹ, cần được mở rộng vì nhiều nhà nghiên cứu đang bỏ nghề NC&PT công để chuyển sang các bộ phận khác của nền kinh tế.

Chính phủ là nguồn sử dụng chính nhân lực NC&PT và thông qua thỏa thuận với các trường đại học và viện nghiên cứu công, chính phủ có thể tác động đến nghề nghiên cứu. Khu vực công sử dụng một tỷ lệ nhà nghiên cứu không tương xứng, thậm chí ở các quốc gia mà hầu hết mọi hoạt động NC&PT do khu vực doanh nghiệp thực hiện. Chính phủ cũng có khả năng “can thiệp ngược” thông qua thiết kế lại các chương trình đào tạo tiến sỹ đang trở thành một bước quan trọng trong nghề nghiên cứu. Tuy nhiên, khả năng của chính phủ làm cho nghề nghiên cứu trở nên hấp dẫn hơn, cũng như các công cụ chính sách sử dụng cho mục đích đó, có thể sẽ phát triển khi nhiều hoạt động NC&PT được thực hiện bởi khu vực doanh nghiệp, các chính sách khuyến khích tuyển dụng nhà nghiên cứu trong khu vực tư nhân phát huy hiệu quả và các nhà nghiên cứu khác được sử dụng trong các tổ chức không phải là tổ chức công.

Tiếp sau những cải tiến từng bước trong những năm gần đây, nguồn nhân lực NC&PT công sẽ có nhiều nhà nghiên cứu nữ và nhiều người sẽ giữ vị trí cao hơn. Tuy nhiên, sự thay đổi này sẽ diễn ra chậm

dù được chính sách chú trọng. Các rào cản đối với sự tham gia của phụ nữ vào khoa học có thể vẫn tồn tại. Định kiến về giới khó thay đổi; các quy định tại nơi làm việc vẫn sẽ thiếu sự ưu tiên cho gia đình và những sắp xếp liên quan đến tuyển chọn và thăng tiến có sự phân biệt như các ban dành riêng hoặc chủ yếu là nam giới, vẫn sẽ tồn tại. Ở nhiều nước, phụ nữ vẫn phải đối mặt trở ngại trong nghề nghiên cứu. Mặc dù nữ giới cao hơn nam giới về trình độ giáo dục đại học và thạc sỹ, nhưng họ ít có khả năng tham gia vào các chương trình đào tạo nâng cao về khoa học, ít được đảm nhiệm những vị trí nghiên cứu cao và thậm chí còn ít có cơ hội đứng đầu một trường đại học hoặc viện nghiên cứu công.

Khoa học mở và khoa học số sẽ đòi hỏi việc triển khai áp dụng các kỹ năng mới. Phát triển kỹ năng liên quan đến dữ liệu sẽ là cần thiết để sử dụng hiệu quả các bộ dữ liệu, công cụ và phương pháp khoa học. Vì những công cụ này sẽ trở nên phổ biến trong tất cả các bộ môn khoa học kể cả nhân văn, nên rất cần có các nhà nghiên cứu được đào tạo lại. Bản chất mở của khoa học và mối liên hệ mật thiết giữa khoa học với ngành công nghiệp, sẽ đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải củng cố các kỹ năng "mềm", bao gồm quản lý dự án, làm việc theo nhóm cũng như nhận thức về kinh doanh và SHTT. Các cuộc khảo sát gần đây về hành vi của nhà khoa học cho thấy không phải tất cả các nhà nghiên cứu đều nhận thức được những vấn đề như triển vọng của khoa học mở.

4.7. Kết quả và tác động của nghiên cứu công

Sự gia tăng đầu tư cho nghiên cứu công trong 15 năm qua cũng đã dẫn đến sự xuất hiện của số lượng lớn xuất bản phẩm khoa học. Điển hình là Trung Quốc với số lượng xuất bản khoa học tăng hơn 4 lần trong giai đoạn 10 năm (2003 - 2012). Tỷ lệ xuất bản của Trung Quốc trong đó 10% bài báo được trích dẫn nhiều nhất, chỉ tăng nhẹ trong giai đoạn này ở mức ngang bằng với Nhật Bản, nhưng vẫn thấp hơn Hoa Kỳ, Anh và Đức. Việc nâng cao sự xuất sắc của nghiên cứu vẫn sẽ là thách thức lớn đối với Trung Quốc về trung hạn và việc bắt kịp tỷ lệ trích dẫn của các cường quốc khoa học truyền thống vẫn cần có thời gian dài. Trong khi đó Đức thể hiện khả năng tăng tỷ lệ trích

dẫn dù việc gia tăng công bố kết quả khoa học vẫn ở mức khiêm tốn hơn so với Trung Quốc trong cùng thời kỳ.

Song song và kết hợp với sự phát triển của nghiên cứu chiến lược cho những thách thức xã hội to lớn, xu thế toàn cầu theo hướng tài trợ cạnh tranh đã thúc đẩy chính phủ các nước đưa vào những yếu tố dựa vào hiệu quả trong tài trợ tổ chức cốt lõi và hướng tới các thỏa thuận theo hợp đồng. Theo đó, chính phủ các nước đã sử dụng nhiều công cụ như các thỏa thuận thực hiện, cơ chế tài trợ mới và chỉ số hiệu quả để định hướng các hoạt động nghiên cứu công theo hướng ưu tiên nghiên cứu của quốc gia và tăng cường hiệu quả nghiên cứu khoa học. Những phát triển theo hướng này có thể được dự đoán. Các giới hạn về chỉ số hiệu quả, bao gồm những gì họ không đo lường được, chi phí thu thập dữ liệu liên quan và phạm vi cho các hệ thống đo lường mức độ khó khăn và hành vi bóp méo bất lợi, nghĩa là việc sử dụng các chỉ số hiệu quả sẽ tiếp tục gây tranh cãi.

Việc thương mại hóa nghiên cứu công đã trở thành mục tiêu chính của các chính sách KH&CN quốc gia trong vài thập kỷ qua và là chức năng chính của các trường đại học và phòng thí nghiệm công. Nhiều sáng kiến chính sách được áp dụng nhằm thúc đẩy hợp tác giữa ngành công nghiệp và khoa học cũng như tăng tốc độ chuyển giao kết quả nghiên cứu công cho xã hội, trong khi một số hệ thống nghiên cứu trung gian nhằm mục tiêu tạo thuận lợi và cải thiện hoạt động chuyển giao (ví dụ các văn phòng chuyển giao công nghệ, quỹ sáng chế, công ty môi giới SHTT...). Những nỗ lực này chỉ thành công phần nào một mặt là do sự không phù hợp trong nhiều môi trường nơi hoạt động chuyển giao tri thức và công nghệ diễn ra hiệu quả hơn thông qua các kênh khác. Hoạt động cấp sáng chế tăng nhanh trong 15 năm qua, đã bắt đầu giảm sút khi các trường đại học và phòng thí nghiệm công trở nên chiến lược và chọn lọc hơn trong việc xây dựng danh mục SHTT. Thành công của các văn phòng chuyển giao công nghệ thuộc sở hữu của trường đại học trong 15 năm qua cũng đã dẫn đến những sắp xếp mới, bao gồm các “nền tảng” chuyển giao công nghệ giữa các tổ chức như các Trung tâm tăng tốc chuyển giao của Pháp và đặc biệt chỉ chuyên về các lĩnh vực nghiên cứu hoặc công nghệ cụ thể.

Chính sách sẽ đưa ra cách tiếp cận ngày càng rộng đối với lợi ích kinh tế - xã hội của nghiên cứu công trong 15 năm tới, trùng hợp với sự tham gia sâu rộng của các trường đại học và phòng thí nghiệm công cùng với xã hội, cả ở địa phương và xa hơn nữa. Khi triển vọng nghiên cứu và đổi mới đi theo hướng mở và phức tạp hơn với nhiều chủ thể và tương tác, thì các trường đại học và viện nghiên cứu công sẽ tiếp tục phát triển mối quan hệ nghiên cứu với các nhóm phù hợp, “cộng đồng xã hội” và các nhóm môi trường. Tinh thần khởi nghiệp của sinh viên cũng có thể phát triển nhờ sự hỗ trợ của chương trình đào tạo tiến sỹ mở rộng.

4.8. Chính sách và quản trị nghiên cứu công

Các xu hướng và vấn đề được đề cập có liên hệ mật thiết với chính sách KHCN&ĐM và sắp xếp cơ cấu tổ chức. Thật vậy, những thay đổi của hệ thống nghiên cứu công theo dự báo trong 10 - 15 năm tới sẽ cần có sự phản ứng của chính sách và sẽ được định hình bởi những thay đổi chính sách. Tài trợ cho những thỏa thuận giữa chính phủ với các trường đại học và viện nghiên cứu công sẽ tiếp tục vừa là kênh quan trọng nhất để cung cấp chính sách nghiên cứu công và vừa là động lực chính của sự thay đổi trong bối cảnh nghiên cứu công. Quy định và sắp xếp cơ cấu tổ chức cũng sẽ đóng vai trò quan trọng.

Có 4 xu hướng đặc thù cho thực tiễn chính sách KHCN&ĐM trong tương lai. Xu hướng đầu tiên là ảnh hưởng ngày càng lớn của chính sách Nghiên cứu và Đổi mới sáng tạo có trách nhiệm (RRI), nhấn mạnh vào sự tham gia tích cực của công chúng vào quá trình hoạch định chính sách KHCN&ĐM. Xu hướng thứ 2 liên quan đến sự gia tăng của tư duy thiết kế và thử nghiệm trong xây dựng và ban hành chính sách nhằm đưa ra chính sách KHCN&ĐM linh hoạt hơn. Xu hướng thứ 3 là gia tăng số hóa chính sách KHCN&ĐM, bao gồm các cơ hội từ phân tích dữ liệu lớn cho đến chính sách dựa vào bằng chứng khoa học. Xu hướng thứ 4 liên quan đến sự thay đổi tư vấn chính sách khoa học.

Hộp 3. Đổi mới khu vực công

Trong những năm gần đây, đổi mới là yêu cầu cấp thiết quan trọng trong các chương trình và sáng kiến chính sách. Thử nghiệm được lồng ghép vào trong quá trình xây dựng chính sách và cung cấp dịch vụ như là cách để theo kịp tính phức tạp ngày càng tăng và kỳ vọng của người sử dụng. Các công cụ và phương pháp tiếp cận mới từ phân tích dữ liệu đến tạo mẫu và tư duy thiết kế, đang được áp dụng trong khu vực công để quản lý tình trạng bất ổn và đáp ứng nhu cầu thay đổi của người sử dụng đối với các dịch vụ số hóa cá nhân và các quy trình tự động hóa thuận tiện, cạnh tranh với hiệu quả của ngành công nghiệp. Trên toàn thế giới, các nhà cải cách của khu vực công đang được ca tụng thông qua các sự kiện, phần thưởng và giải thưởng.

Bên cạnh đó, triển vọng đổi mới khu vực công sẽ tiếp tục đối mặt với nhiều thách thức. Mặc dù tiến bộ đã đạt được, nhưng khoảng cách vẫn còn tồn tại. Các nhà cải cách trên toàn thế giới vẫn tranh luận về thủ tục hành chính rườm rà và văn hóa gây cản trở hoạt động. Các chuyên gia không được tiếp cận trực tiếp với chuyên môn và các công cụ đổi mới. Các nhà quản lý vẫn gặp khó khăn trong việc lựa chọn, tuyển dụng và trả lương cho công chức có kỹ năng và thái độ tốt. Và hiểu biết hạn chế về rủi ro và quản lý rủi ro đã kìm hãm các nhà cải cách trong khu vực công.

Source: Abridged from Daglio, M. (2016), “Đổi mới khu vực công: Hành trình tiếp diễn...”, OPSI blogpost

Nguy cơ và những quan hệ về đạo đức của nghiên cứu và thay đổi công nghệ chắc chắn sẽ dẫn tới sự tham gia tích cực hơn của xã hội vào khoa học. Các giá trị công sẽ nổi bật trở thành tiêu chí đánh giá nghiên cứu. Việc chú trọng đến các khía cạnh đạo đức và xã hội của nghiên cứu đã được phản ánh trong việc xây dựng các chính sách RRI. Những vấn đề này dường như phản ánh sự thay đổi từ đơn giản là giáo dục công chúng cho đến việc làm cho KHCN&ĐM phù hợp với các mục tiêu xã hội. Để làm được điều này, chính phủ các nước tìm cách thu hút sự tham gia của công chúng ngay từ đầu và thường trong quá trình nghiên cứu và đưa nội dung này vào chính sách KHCN&ĐM. Trong vài năm qua, một số nước đã áp dụng cách tiếp cận tham gia và từ dưới lên để xây dựng các chiến lược KHCN&ĐM. Thông qua cách tiếp cận với chính sách RRI này, chính phủ các nước có ý định dự báo và đánh giá tiềm năng và kỳ vọng của xã hội liên

quan đến nghiên cứu và đổi mới để nghiên cứu và đổi mới trở nên toàn diện và bền vững hơn. Việc đưa dự báo này vào thực tiễn mới và sắp xếp cơ cấu tổ chức vẫn sẽ là thách thức lớn. Hơn nữa, lo ngại của các nhà khoa học và nhà hoạch định chính sách RRI sẽ cản trở và kìm hãm tiến bộ khoa học và làm suy yếu khả năng cạnh tranh của các viện nghiên cứu quốc gia, là động lực mạnh mẽ định hình những chuyển biến theo hướng này trong tương lai.

Như một phần của phong trào đổi mới khu vực công, tư duy thiết kế và thử nghiệm sẽ trở nên phổ biến hơn trong việc hoạch định và ban hành chính sách khi chính phủ các nước nỗ lực để trở nên linh hoạt và đổi mới sáng tạo hơn. Việc thử nghiệm, tạo mẫu và công cụ thiết kế thử nghiệm khác sẽ được sử dụng ngày càng nhiều để triển khai các cách tiếp cận mới một cách an toàn và giảm thiểu rủi ro liên quan đến đổi mới chính sách. Các hoạt động này sẽ hỗ trợ nghiên cứu và cho phép "thất bại nhanh" trước khi nguồn lực quan trọng được đầu tư. Nhờ học hỏi từ những đơn vị tiên phong như Phòng thí nghiệm Mind của Đan Mạch và Phòng thí nghiệm chính sách của Vương quốc Anh, nhiều nước sẽ thiết lập các đơn vị kiểu "phòng thí nghiệm chính sách" áp dụng khái niệm thiết kế cho dịch vụ công. Để thực hiện những thay đổi này sẽ không dễ. Những thách thức đáng chú ý bao gồm nhu cầu tăng cường bộ kỹ năng của công chức để theo dõi, đánh giá và điều chỉnh các thí nghiệm và trong thời kỳ hạn chế chi tiêu công là để đảm bảo nguồn lực và năng lực sẵn có để đổi mới khu vực công.

Những xu hướng gần đây trong việc mã hóa và mở dữ liệu của chính phủ sẽ tạo cơ hội để hiểu rõ hơn về phương thức tổ chức khoa học và đổi mới và đưa ra những quyết định chính sách KHCN&ĐM và đánh giá tác động của chính sách. Các công nghệ số mới vẫn sẽ hỗ trợ hạ tầng dữ liệu mới và tiếp tục mở rộng việc phổ biến, liên kết và tái sử dụng nhiều loại dữ liệu. Hạ tầng dữ liệu này sẽ ảnh hưởng đến các phương thức và tổ chức của chính phủ. Ví dụ, cung cấp khả năng đánh giá mới thông qua kết nối hiệu quả đầu vào và đầu ra và mở ra triển vọng điều phối tốt hơn của chính phủ cũng như thu hút sự tham gia của các nhà đầu tư ngoài quốc doanh thông qua chia sẻ thông tin và dữ liệu.

Nhiều quốc gia đã triển khai xây dựng hạ tầng dữ liệu định lượng và định tính để hỗ trợ việc hoạch định chính sách KHCN&ĐM dựa vào bằng chứng khoa học. Một số hạ tầng dữ liệu được khởi xướng như một phần của chính phủ mở rộng và các sáng kiến dữ liệu lớn. Số khác đặc thù cho lĩnh vực KHCN&ĐM như loại dự án "khoa học/chính sách khoa học" đã bắt đầu khoảng 5 - 10 năm qua. Cơ sở hạ tầng thương mại và phi lợi nhuận mới cũng xuất hiện ngày càng nhiều và có thể đóng vai trò then chốt trong việc phát triển hạ tầng dữ liệu KHCN&ĐM trong tương lai. Vai trò của các tổ chức thống kê quốc gia sẽ được nâng cao khi dữ liệu khoa học và đổi mới giữa một số cơ quan chính phủ và kho lưu giữ riêng có sự phân tách.

Tuy nhiên, cần nhận thức được rằng tiềm năng của hạ tầng dữ liệu KHCN&ĐM đang phải đối mặt với nhiều thách thức. Trong đó có nhu cầu xây dựng các tiêu chuẩn cho phép định hướng và liên kết các dữ liệu phi cấu trúc. Việc tận dụng lợi thế của hệ thống dữ liệu hành chính về chính sách khoa học và đổi mới cũng đòi hỏi công chức phải có các kỹ năng và năng lực đặc thù như: phân tích dữ liệu cũng như văn hóa sử dụng dữ liệu trong suốt chu trình chính sách. Và cần có các phương pháp tiếp cận mới tạo điều kiện cho việc hình dung và tìm hiểu dữ liệu.

Cộng đồng khoa học sẽ tiếp tục được kêu gọi cung cấp bằng chứng và tư vấn cho những nhà hoạch định chính sách của chính phủ về một loạt vấn đề, từ những tình huống khẩn cấp của y tế công cộng ngắn hạn đến những thách thức lâu dài hơn, như già hóa dân số và biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, các cấu trúc tư vấn khoa học sẽ cần được kiểm tra kỹ lưỡng vì chúng sẽ được sử dụng để giải quyết những vấn đề mang tính toàn cầu, đa chiều, tiến triển nhanh và phức tạp.

Các động thái hướng tới chính sách RRI sẽ khiến cho doanh nghiệp nghiên cứu bị giám sát chặt chẽ và bị phê bình nhiều hơn. Điều này sẽ tạo thêm áp lực cho khoa học để tìm ra những câu trả lời cũng như giải pháp cụ thể và rõ ràng, dù có lẽ là không thể vì sự tham gia của công dân có thể dẫn đến đánh giá cao hơn bản chất nhất thời của nhiều bằng chứng khoa học. Tư vấn khoa học có thể gây nhiều tranh cãi trên phạm vi rộng và trong một số trường hợp, đặc biệt là về các

chủ đề nhạy cảm như thực phẩm biến đổi gen, tiêm chủng trẻ em, khoan khí từ đá phiến sét và chỉnh sửa gen. Do bằng chứng khoa học, giá trị xã hội và niềm tin, các cân nhắc về kinh tế và quyết định chính sách chông chéo và phân tán, nên căng thẳng có thể nảy sinh.

Khía cạnh quốc tế về tư vấn khoa học sẽ được củng cố thông qua các cấu trúc quốc tế mới hoặc được sửa đổi và việc quốc tế hóa các thỏa thuận quốc gia hiện có trên phạm vi rộng. Chẳng hạn vai trò của các cơ quan tư vấn quốc tế sẽ tiếp tục mở rộng để phản ánh sự gia tăng số lượng các vấn đề xuyên quốc gia như biến đổi khí hậu, an ninh nước - năng lượng - lương thực, dịch bệnh, trong đó khoa học, công nghệ và xã hội có sự gắn kết chặt chẽ. Bên cạnh đó, chính phủ các nước cũng khuyến khích kết nối mạnh hơn giữa các cấu trúc tư vấn khoa học của nước sở tại với các đối tác quốc tế nhằm trao đổi hiệu quả dữ liệu, thông tin, chuyên môn và phương thức thực hành tốt.

V. KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ Ở MỘT SỐ QUỐC GIA

5.1. Các nước phát triển

HOA KỲ

Hoa Kỳ từ lâu vẫn đi đầu trong KHCN&ĐM. Tuy nhiên, các chỉ số đổi mới trong doanh nghiệp, số liệu về tăng trưởng năng suất đa yếu tố cho thấy rằng khoảng cách của Hoa Kỳ so với các nước đã được thu hẹp dần. NC&PT và bằng sáng chế của các doanh nghiệp Hoa Kỳ cũng đã tăng trưởng chậm hơn so với trước đây. Chiến lược đổi mới sáng tạo 2009: Định hướng tăng trưởng bền vững và chất lượng việc làm, được cập nhật và ban hành lại vào tháng 2/2011, cung cấp các định hướng chiến lược cho các chính sách của Chính phủ để đẩy mạnh nền kinh tế dựa trên đổi mới.

- **Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Hoa Kỳ**

Điều hành chính sách KHCN&ĐM: Do thắt chặt tài chính, nên đầu tư NC&PT liên bang dự kiến sẽ giảm từ 147 tỷ USD năm 2010 xuống còn 142,7 tỷ USD năm 2014, sau đó tăng trở lại. Những nỗ lực đã được thực hiện để tăng cường chính sách và đánh giá KHCN&ĐM. Trong năm 2013, một hướng dẫn mới được công bố để cải thiện quá trình cấp tài trợ bằng cách tinh giản tám quy định của Liên bang, được thực hiện đầy đủ vào năm 2014. Năm 2008, các cơ quan liên bang đã cùng nhau xác định một Lộ trình Chính sách Khoa học (SOSP) và đang cùng làm việc để cải thiện đánh giá tác động của khoa học. Ngoài ra, Quỹ Khoa học Quốc gia đang thực hiện một chương trình nghiên cứu về “Khoa học của Chính sách Khoa học và Đổi mới”, nhằm xây dựng một cơ sở phân tích và kiến thức cho SOSP và một cộng đồng nghiên cứu SOSP.

Những nguồn tăng trưởng mới: Ngân sách liên bang năm 2014 đã đầu tư 2,9 tỷ USD để tạo việc làm trong lĩnh vực chế tạo chất lượng cao và làm cho Hoa Kỳ trở thành một trung tâm thu hút hoạt động sản xuất. Mục đích là để tăng cường NC&PT các quy trình sản xuất tiên

tiên, vật liệu công nghiệp tiên tiến và robot, nhằm khuyến khích tinh thần kinh doanh khởi nghiệp và cải thiện quá trình chuyển đổi từ khi có những phát hiện/khám phá đến thương mại hóa.

Những thách thức mới: Cải thiện sức khỏe của người dân Hoa Kỳ, trong khi vẫn phải duy trì sự đi đầu của Hoa Kỳ trong nghiên cứu y - sinh và xây dựng nền kinh tế sinh học của tương lai, là một vấn đề chính sách mới. Chính phủ liên bang cam kết tài trợ cho nghiên cứu y tế, tập trung vào khoa học thần kinh và tăng lợi ích của các khoản đầu tư cho y tế. Ra mắt với 100 triệu USD trong năm 2014, Sáng kiến bộ não (BRAIN) tìm kiếm những cách thức điều trị mới, chữa bệnh và ngăn ngừa rối loạn não, chẳng hạn như bệnh Alzheimer, động kinh và chấn thương não.

Đổi mới trong doanh nghiệp: Ngân sách công tài trợ cho NC&PT của doanh nghiệp đã giảm kể từ năm 2008, chủ yếu là do sự sụt giảm trong ngân sách quốc phòng. Tuy nhiên, gần đây việc tài trợ này đã được hỗ trợ trực tiếp cho doanh nghiệp NC&PT và đổi mới. Tín dụng thuế nghiên cứu và thực nghiệm hết hạn vào năm 2013, tuy nhiên, các cuộc đàm phán đang tiếp tục để gia hạn hiệu lực.

Trong vài năm tới, phần lớn các khoản đầu tư NC&PT tài trợ cho các doanh nghiệp nhỏ. Các chương trình dịch vụ tư vấn công nghệ đã được đưa ra năm 2013 tập trung vào các công ty sản xuất và mới thành lập từ những tiến bộ trong nghiên cứu cơ bản. Chính phủ Hoa Kỳ tiếp tục đề xuất mở rộng bảo lãnh vốn vay và cơ chế chia sẻ rủi ro, đặc biệt trong lĩnh vực năng lượng sạch.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Các cơ quan liên bang tiếp tục đạt tiến bộ trong việc định hình lại các ưu tiên và chương trình của họ để đáp ứng các mục tiêu đặt ra trong Biên bản ghi nhớ của Tổng thống về đẩy mạnh chuyển giao và thương mại hóa công nghệ các nghiên cứu liên bang trong hỗ trợ các doanh nghiệp tăng trưởng cao tháng 10/2011. Môi trường cho tinh thần kinh doanh sáng tạo là rất tốt. Cuối năm 2011, các chương trình Chuyển giao công nghệ trong doanh nghiệp nhỏ (STTR) và Nghiên cứu đổi mới ở doanh nghiệp nhỏ (SBIR) đã được kéo dài đến năm 2017.

Các hoạt động đổi mới, NC&PT và hỗ trợ hợp tác về NC&PT đã diễn ra trong doanh nghiệp nhỏ, doanh nghiệp trẻ và các trường đại học.

Các cụm và chuyên môn thông minh: Chính phủ liên bang làm việc với các cơ quan như Cục Quản lý doanh nghiệp nhỏ và Cục Quản lý phát triển kinh tế để phát triển các cụm khu vực về công nghệ tiên tiến (ví dụ như người máy, năng lượng, an ninh mạng), hệ thống thực phẩm, băng thông rộng và giải trí. Văn phòng Đổi mới và Thúc đẩy tinh thần kinh doanh ở cấp độ khu vực thông qua Chương trình Thách thức i6 (i6 Challenge), một chương trình tài trợ cạnh tranh liên cơ quan.

ANH

Anh là một nền kinh tế mở và hệ thống KHCN&ĐM của nước này có sự tham gia và tài trợ của các doanh nghiệp nước ngoài ở mức cao. Trong năm 2012, Chính phủ đưa ra Chiến lược công nghiệp, trong đó tập trung vào chính sách đổi mới.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Anh*

Điều hành chính sách KHCN&ĐM: Anh ngày càng xem xét chặt chẽ tính khả thi và lợi thế của việc đánh giá hệ thống, bởi vì đánh giá các công cụ chính sách riêng biệt có thể không cho thấy mức độ tác động thực sự của công cụ chính sách trong bối cảnh phức tạp. Xem xét và đánh giá của Ban Chiến lược công nghệ về nền tảng đổi mới sáng tạo, xe cacbon thấp là một ví dụ cho cách tiếp cận hệ thống để đánh giá.

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Anh là một trong những nước hàng đầu về số lượng công bố quốc tế và tự hào có nhiều trường đại học hàng đầu thế giới trong nghiên cứu và sáng chế. Khu vực hàn lâm xuất sắc chiếm một phần lớn kinh phí nghiên cứu trường đại học, với việc phân bổ tài trợ phụ thuộc vào kết quả của Khung nghiên cứu xuất sắc đánh giá chất lượng nghiên cứu. Trong năm 2013, Chính phủ công bố Hướng dẫn bổ sung đối với các viện nghiên cứu công (PRI) với nguyên tắc là giúp người đánh giá xác định và đánh giá vai trò và ảnh hưởng của từng viện nghiên cứu.

Hội đồng Nghiên cứu Anh thực hiện một chính sách tiếp cận mở được cập nhật vào năm 2013 và cung cấp kinh phí cho hơn 100 trường đại học để hỗ trợ thực hiện nghiên cứu. Các biện pháp mới bao gồm Cổng kết nối nghiên cứu (<http://gtr.rcuk.ac.uk>), cho phép khai thác văn bản và dữ liệu phục vụ nghiên cứu; thành lập Ban minh bạch nghiên cứu ngành năm 2012, nhằm tư vấn cho Chính phủ về việc tăng cường tiếp cận dữ liệu nghiên cứu.

Đổi mới trong doanh nghiệp: Các ưu đãi thuế cho NC&PT và đổi mới sáng tạo trong chính sách hỗ trợ công tổng thể cho NC&PT và đổi mới trong doanh nghiệp đã có vai trò ngày càng tăng. Tỷ lệ tín dụng thuế NC&PT cho các DNVVN đã tăng tới 225%.

Đề án tín dụng chi tiêu NC&PT (RDEC) đã được đưa ra năm 2013 và hào phóng hơn so với giảm thuế NC&PT của các công ty lớn. Nó sẽ thay thế các khoản tín dụng thuế hiện hành từ năm 2016. Trợ cấp NC&PT (RDA), trước đây gọi là trợ cấp nghiên cứu khoa học, tài trợ cho chi phí vốn đầu tư vào NC&PT. Đề án Patent Box cũng đã được đưa ra năm 2013 để bổ sung khuyến khích cho các công ty thương mại hóa sáng chế hiện có.

Tinh thần kinh doanh sáng tạo: Quy định mới về quyền tác giả có hiệu lực từ năm 2014 phản ánh những thay đổi triệt mà cách mạng kỹ thuật số đã mang lại. Luật mới mở rộng các miễn trừ về quyền tác giả, nhưng cũng có những biện pháp bảo vệ thích hợp cho những người nắm quyền tác giả. Các biện pháp khác có thể giúp người nắm giữ quyền tác giả nâng cao hiệu quả của khai thác bản quyền.

Kỹ năng cho đổi mới: Bộ Giáo dục (DfE) được chi tiêu lên đến 200 triệu USD trong vòng 4 năm (2011 - 2015) để hỗ trợ cho các môn khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM) trong các trường học. Các biện pháp bao gồm Mạng lưới khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM NET) kết nối hàng ngàn trường trung học, trường cao đẳng và những người lao động trong các lĩnh vực STEM, giúp thanh niên thuộc mọi tầng lớp và trình độ hiểu ứng dụng thực tế của STEM và tiếp thu kinh nghiệm thực tiễn về hoạt động STEM. Chính phủ cũng đang cung cấp học bổng hào phóng hơn để tăng số lượng và chất lượng giáo viên khoa học và toán học trong các trường học. Do

học sinh Anh bị thiếu hụt các kỹ năng kỹ thuật, nên Chính phủ và cộng đồng kỹ thuật đang tập trung nỗ lực vào việc khơi dậy nghề kỹ sư của tương lai và giải quyết tình trạng thiếu kỹ năng trong ngành Công nghiệp.

Trong giáo dục đại học, quy định của Chính phủ về kiểm soát tổng số sinh viên trong các trường đại học công được tài trợ được bãi bỏ từ năm học 2015 - 2016, cho phép tất cả các tổ chức cạnh tranh tự do để đào tạo tất cả các sinh viên trình độ phù hợp. Chính phủ dự đoán rằng điều này sẽ cho phép nâng lượng sinh viên lên thêm 60.000, góp phần nâng số lượng sinh viên tiếp tục học bậc cao hơn. Hơn nữa, thông qua tài trợ cho các trường đại học, Chính phủ sẽ khuyến khích các trường đại học tập trung vào các lĩnh vực STEM, được xem là động lực để thúc đẩy tăng trưởng kinh tế dài hạn.

PHÁP

Nền kinh tế Pháp lớn thứ hai trong khu vực đồng euro và tăng trưởng khiêm tốn trong những năm gần đây. Xu hướng phi công nghiệp hóa đã thể hiện rõ khả năng cạnh tranh của các ngành công nghiệp xuất khẩu của Pháp. Trong hoàn cảnh này, việc huy động KHCN&ĐM để thúc đẩy đổi mới dựa trên tăng trưởng được đặt lên hàng đầu của chương trình nghị sự chính sách.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Pháp*

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Tỷ lệ GERD/GDP của Pháp ở trên mức trung bình của OECD. Các cuộc cải cách giáo dục và nghiên cứu bắt đầu vào giữa những năm 2000 vẫn đang được tiếp tục. Tháng 7/2013, Luật về nhiệm vụ và tổ chức của hệ thống giáo dục và nghiên cứu đã được thông qua, trong đó khuyến khích liên kết hoặc hợp nhất các tổ chức giáo dục và nghiên cứu để đạt đến số lượng tổ chức phù hợp trong nghiên cứu và giảng dạy.

Đổi mới trong doanh nghiệp: Với mức chi của doanh nghiệp cho NC&PT đạt 1,48% GDP trong năm 2012, Pháp chỉ ở trên mức trung bình của OECD, nhưng thấp hơn Đức và các nước Bắc Âu. Để thúc đẩy NC&PT và đổi mới, Chính phủ đã duy trì tín dụng thuế NC&PT, đây là một trong những tín dụng hào phóng nhất thế giới, khoảng

6 tỷ USD một năm (5 tỷ EUR). Pháp cũng đã đưa ra một số biện pháp để tăng cường hỗ trợ trực tiếp, chẳng hạn như thông qua 34 ngành công nghiệp chủ chốt như đã đề cập ở trên.

Tinh thần kinh doanh sáng tạo: Tăng cường sáng tạo và tăng trưởng khởi nghiệp sáng tạo là một mục tiêu nổi bật của chính sách Pháp. Các biện pháp gần đây bao gồm: thành lập Ngân hàng đầu tư công (Bpifrance), hỗ trợ đổi mới cho khởi nghiệp và DNVVN; hỗ trợ các doanh nghiệp đổi mới trẻ (JEI) và tạo lập tín dụng thuế đổi mới (CII) nhằm tăng cường đầu tư đổi mới của các DNVVN độc lập. Năm 2011, một quỹ với 714 triệu USD (600 triệu EUR) được thành lập hỗ trợ đổi mới giai đoạn “hạt giống”, đến năm 2013 đã thực hiện 15 khoản đầu tư vào công nghệ kỹ thuật số (45%), khoa học đời sống (40%) và công nghệ sạch (10%).

Chuyên giao và thương mại hóa công nghệ: Để cải thiện đầu ra cho nghiên cứu công, Luật về nhiệm vụ và tổ chức của hệ thống giáo dục và nghiên cứu đã coi chuyên giao công nghệ là một trong những nhiệm vụ của PRI. Là một phần của PIA, các SATT là những công ty chuyên nghiệp cần thiết cho chuyên giao công nghệ.

Cụm và chuyên môn hóa thông minh: Từ năm 2004, các “Cụm năng lực cạnh tranh” của Pháp đã tài trợ cho các dự án NC&PT của các tổ chức công về các chủ đề cụ thể (ví dụ, công nghệ nano và hàng không vũ trụ). Sau đánh giá năm 2012, giai đoạn thứ ba của chính sách này chú trọng nhiều hơn vào giai đoạn “hạ nguồn” (tức là tạo mẫu và thương mại hóa các đổi mới).

Toàn cầu hóa: Tăng cường sự tiếp xúc của các nhà nghiên cứu Pháp với các đồng nghiệp nước ngoài là một mục tiêu chính sách quan trọng. Một số chương trình giúp các nhà nghiên cứu Pháp có được vị trí tạm thời ở nước ngoài và thu hút các nhà nghiên cứu nước ngoài hàng đầu đến Pháp. Ví dụ, Chương trình Chủ tịch xuất sắc chi đến 2,4 triệu USD (2 triệu EUR) cho các nhà nghiên cứu nước ngoài được lựa chọn trong thời gian 18 - 48 tháng ở Pháp. Vì sự tham gia của Pháp trong Chương trình Khung lần thứ 7 còn khiêm tốn nên Chính phủ đang tích cực lựa chọn những bên tham gia vào Horizon 2020 - chương trình tiếp theo của Chương trình Khung lần thứ 7.

Kỹ năng cho đổi mới: Luật về nhiệm vụ và tổ chức của hệ thống giáo dục và nghiên cứu đã mở rộng quyền tự chủ của các trường đại học, tạo cho họ tự do hơn trong việc thiết kế chương trình giảng dạy. Pháp có tỷ lệ tương đối cao nghiên cứu sinh về khoa học và kỹ thuật. Nghiên cứu sinh có quy chế mới (hợp đồng tiến sỹ), trong đó bao gồm mức lương cao hơn và khả năng giảng dạy, tư vấn,... Doanh nhân sinh viên cũng được khuyến khích: ví dụ, các lớp học dành riêng, tư vấn bởi các doanh nhân có kinh nghiệm, tạo điều kiện tiếp cận nguồn vốn,...

ĐỨC

Đức là một nước hàng đầu thế giới trong KHCN&ĐM. Chiến lược công nghệ cao của Chính phủ Liên bang (HTS) đã thiết lập các định hướng chiến lược trung hạn cho NC&PT và hoạt động đổi mới của Đức, bao gồm: củng cố các cơ sở KH&CN, tăng cường đổi mới, tạo việc làm, và giúp đỡ giải quyết các thách thức toàn cầu để cải thiện cuộc sống của người dân. Chiến lược công nghệ cao sẽ được mở rộng thành một chiến lược đổi mới toàn diện liên ngành và sẽ bao gồm cả đổi mới công nghệ và xã hội, trong đó tìm cách chuyển giao các kết quả nghiên cứu vào thực tiễn tốt hơn và nhanh hơn.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Đức*

Quản trị chính sách KHCN&ĐM: Chiến lược công nghệ cao đã liên kết các lĩnh vực chính sách đổi mới khác nhau giữa các bộ liên bang.

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Đức có cơ sở khoa học mạnh và chi tiêu công cho NC&PT cao. Đức đứng thứ tư toàn cầu về sản lượng xuất bản phẩm và số lượng trích dẫn. Các nhà nghiên cứu Đức cũng kết nối quốc tế mạnh; 46% các bài báo khoa học được công bố có đồng tác giả quốc tế. Các sáng kiến quan trọng đang được tiến hành để tăng cường hơn nữa hiệu suất của các trường đại học và viện nghiên cứu công. Hiệp ước cho nghiên cứu và đổi mới (cập nhật năm 2009) là một nỗ lực chung của Chính phủ liên bang và các tiểu bang để tăng kinh phí NC&PT của các viện nghiên cứu công lớn, trong đó có Quỹ Nghiên cứu Đức (DFG). Là một phần của Hiệp ước

Giáo dục đại học năm 2020, DFG cung cấp tài trợ chi phí (20%) cho các dự án nghiên cứu trong trường đại học để cải thiện tính năng động và phạm vi thực hiện nghiên cứu xuất sắc. Đạo luật Tự do học thuật, có hiệu lực từ cuối năm 2012, trao quyền tự chủ nhiều hơn về các vấn đề kinh phí và nhân sự cho các viện nghiên cứu công không thuộc trường đại học.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Công nghiệp và khoa học Đức có liên kết chặt chẽ và một tỷ lệ nghiên cứu công rất cao được tài trợ bởi ngành công nghiệp. Các sáng kiến đang thực hiện nhằm tăng cường và cải thiện sự hợp tác giữa doanh nghiệp và khoa học bao gồm Cuộc thi Cùm lãnh đạo hàng đầu (từ năm 2007), với tổng kinh phí là 1,4 tỷ USD (1,2 tỷ EUR) (các quỹ tư nhân 50% và 50% từ BMBF); Campus Research, một chương trình tài trợ cạnh tranh theo Chiến lược Công nghệ cao. Liên minh Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp được giao nhiệm vụ tư vấn về chuyển đổi nhanh hơn và hiệu quả hơn các ý tưởng sáng tạo thành các sản phẩm sáng tạo.

Kỹ năng cho đổi mới: Các chính sách đổi mới của Đức xem việc thiếu nhân sự có tay nghề là một hạn chế nổi bật. Nhiều biện pháp thúc đẩy các ngành MINT (toán học, tin học, khoa học tự nhiên và công nghệ). Cuộc thi Sáng kiến xuất sắc của các trường đại học nhằm tạo điều kiện tối ưu cho việc đào tạo nghiên cứu sinh với một chương trình nghiên cứu để chuẩn bị cho một nghề trong lĩnh vực nghiên cứu hoặc công nghiệp. Tổng ngân sách hàng năm vào khoảng 70 triệu USD (60 triệu EUR). Hiệp ước chất lượng giảng dạy có kinh phí 2,5 tỷ USD (2,0 tỷ EUR) để nâng cao chất lượng giảng dạy từ năm 2011 đến năm 2020. Sau khi thông qua Hiệp ước cho nghiên cứu và đổi mới, số lượng nhân viên trong các tổ chức nghiên cứu khoa học tăng 26,5%, và số lượng nghiên cứu sinh của họ tăng gấp đôi từ năm 2005 đến năm 2012.

Chi KH&ĐM: Đức dành 2,98% GDP cho NC&PT trong năm 2012, tăng từ 2,53% năm 2007. Chi NC&PT công và doanh nghiệp tương ứng là 0,96% và 2,02% GDP năm 2012 đều cao hơn trung bình của các nước OECD, nhờ sự tập trung của Chính phủ vào NC&PT và chuyên môn hóa của Đức trong các ngành công nghiệp NC&PT

chuyên sâu. GERD đặt mục tiêu đạt 3% GDP vào năm 2020 và đầu tư công vào NC&PT và đổi mới tiếp tục là một ưu tiên chính trị hàng đầu.

ITALIA

Italia tiếp tục thực hiện cải cách cơ cấu và củng cố tài chính bắt đầu từ năm 2011 để đưa nền kinh tế trên con đường tăng trưởng bền vững dựa vào các nguyên tắc cơ bản của kinh tế vĩ mô. Năm 2013, Chính phủ đã công bố Chương trình Destination Italy để thu hút FDI và tăng khả năng cạnh tranh của các doanh nghiệp Italia.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Italia*

Những thách thức mới: Một số sáng kiến giải quyết những thay đổi xã hội được công bố năm 2013, bao gồm Chiến lược năng lượng quốc gia mới đến năm 2020 và quỹ đặc biệt cho việc làm của lao động trẻ trong lĩnh vực kinh tế xanh. Khuôn khổ pháp lý quốc gia về năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng gần đây mới được cập nhật. MIUR cũng đã công bố một báo cáo quốc gia về xã hội già hóa dựa vào các phân tích và đề xuất từ các bên liên quan và các cuộc thảo luận của OECD về chủ đề này để giải quyết những thách thức nảy sinh từ sự già hóa dân số Italia.

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Chi NC&PT của Italia thấp hơn mức trung bình của OECD. Tuy nhiên, quốc gia này có tỷ lệ các trường đại học hàng đầu tương đối cao. Liên kết giữa ngành công nghiệp và khoa học chưa chặt chẽ. Các viện nghiên cứu công và trường đại học không tích cực đăng ký sáng chế cho các kết quả nghiên cứu của họ. Để cải thiện hiệu quả nghiên cứu công, cải cách các cơ chế cấp kinh phí và quản lý các trường đại học đã được Nghị viện phê duyệt năm 2010 và đang được thực hiện như cải cách các viện nghiên cứu công theo MIUR năm 2009. Năm 2013, MIUR đã phân bổ nguồn lực mới theo Kế hoạch hành động gắn kết (CAP) để tăng cường hạ tầng nghiên cứu công, đặc biệt trong các khu vực phía nam của đất nước.

Hạ tầng CNTT và Internet: Mặc dù tỷ lệ thuê bao không dây của Italia gần bằng mức trung bình của OECD, nhưng tổng đầu tư cho CNTT ở mức rất thấp. Kế hoạch băng thông rộng quốc gia 2008 - 2014 tiếp tục

được xem là công cụ chính để cải thiện các dịch vụ và hạ tầng CNTT cấp quốc gia. Cơ quan Số hóa Italia mới được thành lập năm 2012 để thúc đẩy CNTT chú trọng số hóa trong khu vực công. Kế hoạch chiến lược phổ biến các công nghệ băng thông siêu rộng ở khu vực phía nam được công bố năm 2013.

Cụm và chuyên môn hóa thông minh: Thành tích đổi mới của doanh nghiệp giữa các vùng của nước này là khá khác nhau. Năng lực NC&PT và đổi mới chủ yếu tập trung ở các khu vực miền Nam và miền Trung Italia. Năm 2012, MIUR đã kêu gọi xây dựng và củng cố các cụm công nghệ. Dự án hỗ trợ các chính quyền địa phương trong việc xây dựng và thực hiện các chiến lược chuyên môn hóa thông minh của họ được đưa ra năm 2013.

Toàn cầu hóa: Trong giai đoạn 2012 - 2014, Italia đã tăng cường mạng lưới thỏa thuận song phương về hợp tác KH&CN với các nước đối tác, đặc biệt là Thụy Điển, vẫn được tiếp tục trong giai đoạn 2014 - 2016. Từ năm 2013, Cơ quan Xúc tiến Thương mại (ICE) đã thay thế Viện Thương mại Nước ngoài cũ, hỗ trợ quốc tế hóa doanh nghiệp Italia. Tăng cường quốc tế hóa các trường đại học, viện nghiên cứu công và doanh nghiệp cũng là một mục tiêu của Destination Italy.

NHẬT BẢN

Sau hai thập kỷ tăng trưởng kinh tế chậm, Nhật Bản đã có những dấu hiệu về sự năng động mới. Đây là nền kinh tế có GDP lớn thứ ba thế giới, chỉ sau Hoa Kỳ và Trung Quốc. Với 3,35% GDP dành cho NC&PT, quốc gia này nằm trong các nước có cường độ NC&PT cao nhất thế giới. Tuy nhiên, triển vọng tăng trưởng bị cản trở bởi xu thế dân số già hóa, nợ quốc gia cao (trên 230% GDP) và ảnh hưởng của trận động đất tại miền Đông Nhật Bản. Kế hoạch cơ bản về KH&CN lần thứ 4 (2011 - 2016) thúc đẩy cách tiếp cận tích hợp với chính sách đổi mới sáng tạo. Ưu tiên được dành cho môi trường, năng lượng, y tế và chăm sóc sức khỏe cũng như những thách thức xã hội. Năm 2013, Nhật Bản đã thông qua Chiến lược khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo toàn diện như tầm nhìn dài hạn và lộ trình cho xã hội kinh tế lý tưởng của Nhật Bản.

▪ **Những điểm chính trong hệ thống KH&CN Nhật Bản**

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Ở Nhật Bản, mặc dù chi NC&PT công ở mức khiêm tốn, nhưng cường độ GERD lại cao. NC&PT ứng dụng và phát triển thực nghiệm chiếm 50% chi NC&PT công và nghiên cứu cơ bản khoảng 30%. Về số lượng các trường đại học có vị thế toàn cầu và công bố có ảnh hưởng lớn, Nhật Bản thấp hơn mức trung bình của OECD. Kế hoạch cơ bản KH&CN lần thứ 4 nhằm mục tiêu đẩy mạnh nghiên cứu cơ bản đẳng cấp thế giới và nhấn mạnh đến việc phát triển và sử dụng chung các cơ sở nghiên cứu tiên tiến cũng như hạ tầng dữ liệu mở và khoa học mở. Các hướng dẫn đánh giá NC&PT quốc gia do Chính phủ cấp kinh phí được sửa đổi năm 2012 để tăng cường sử dụng các kết quả đánh giá trong việc đưa ra quyết định đối với các chương trình NC&PT. Các cơ quan thực hiện cũng hy vọng sẽ công khai các kết quả đánh giá.

KH&CN trong doanh nghiệp: Khu vực doanh nghiệp của Nhật Bản có cường độ NC&PT thuộc hàng cao nhất thế giới (2,57% GDP năm 2012). Hệ thống KH&CN của nước này có nhóm công ty lớn là các nhà đầu tư NC&PT mạnh nhất thế giới. Đầu tư doanh nghiệp cho NC&PT công nghệ cao và trung bình (dược phẩm, thiết bị truyền thông và ô tô) đã đưa Nhật Bản dẫn đầu thế giới về công nghệ. Thành tích KH&CN phi công nghệ được đo bằng các thương hiệu vẫn khiêm tốn. Hỗ trợ công cho khu vực doanh nghiệp hạn chế vì các doanh nghiệp tự lo 98% kinh phí cho hoạt động NC&PT của họ. Tín dụng thuế NC&PT là công cụ cấp kinh phí công chủ đạo.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Ở Nhật Bản, hoạt động đổi mới của các doanh nghiệp lớn dựa vào nghiên cứu công theo hợp đồng và hợp tác trên nền tảng khoa học ít hơn là đổi mới trong toàn bộ loại hình doanh nghiệp. Kết quả là, các nhà nghiên cứu luân chuyển trong khu vực tư nhân nhiều hơn giữa khu vực công nghiệp và học viện. Liên minh liên kết khu vực công - tư được thành lập năm 2014 để khuyến khích sự luân chuyển liên khu vực của các nhà nghiên cứu. Thương mại hóa nghiên cứu khoa học là một ưu tiên của chính sách KH&CN Nhật Bản trong những thập kỷ gần đây với một số

giải pháp được áp dụng từ giữa những năm 1990. Thông qua các trung tâm đổi mới, Chính phủ hỗ trợ các dự án NC&PT có tầm nhìn xã hội trong thập kỷ tới. Nếu như CGCN thông qua hợp tác giữa ngành công nghiệp và khoa học vẫn còn yếu, thì các trường đại học và viện nghiên cứu công lại tích cực trong việc đăng ký sáng chế. Năm 2012, Nhật Bản đã xây dựng chương trình thành lập các doanh nghiệp khởi nghiệp nghiên cứu và công nghệ tiên tiến (START) với 191 triệu USD (20 tỷ JPY). START kết hợp kinh phí của Chính phủ với khu vực tư nhân để hỗ trợ ra mắt các doanh nghiệp khởi nghiệp của trường đại học và tạo đòn bẩy cấp kinh phí bổ sung cho nghiên cứu công.

Các cụm và chuyên môn hóa thông minh: Chiến lược KH&CN&ĐM toàn diện và Chiến lược khôi phục Nhật Bản thúc đẩy sự phục hồi của vùng bằng cách tận dụng tài nguyên sẵn có, phát triển hạ tầng đổi mới đặc biệt chuyển giao giữa các trường đại học và ngành công nghiệp, cũng như trao quyền tự chủ cao hơn trong quản lý các dự án vùng. Cấp kinh phí dựa vào các sáng kiến cụm ưu tiên, Nhật Bản đã thông qua Kế hoạch cụm công nghiệp mới năm 2014 với các sáng kiến toàn diện để khôi phục ngành Công nghiệp Nhật Bản.

Toàn cầu hóa: Nhật Bản vẫn liên kết lỏng lẻo với các mạng lưới hợp tác KH&CN quốc tế và thu hút ít đầu tư NC&PT quốc tế cho doanh nghiệp. Đạo luật Xúc tiến của Nhật Bản đã giảm thuế doanh nghiệp, giảm thời gian thẩm tra sáng chế, giảm lệ phí sáng chế và thời gian thẩm tra giấy phép cư trú ngắn hơn để khuyến khích thành lập các trung tâm và trụ sở NC&PT của nước ngoài ở Nhật Bản.

Kỹ năng ĐMST: Nhật Bản có nền tảng kỹ năng phù hợp với số lượng lớn người có trình độ đại học và điểm số cao về đánh giá quốc tế đối với người trưởng thành về khả năng giải quyết vấn đề khoa học và của sinh viên về khoa học. Tuy nhiên, rất ít người có trình độ tiến sỹ khoa học và kỹ thuật do sự tham gia của thanh niên (đặc biệt là nữ) vào các chương trình tiến sỹ còn thấp và thiếu sự quan tâm của thanh niên dành cho các nghiên cứu KH&CN. Do đó, Nhật Bản đã tìm cách nâng cao tính hấp dẫn của nghề nghiên cứu và xây dựng văn hóa khoa học trên diện rộng. Kế hoạch cơ bản về KH&CN lần thứ 4 nhằm tăng

cường hỗ trợ cho các học viên theo học tiến sỹ, cải thiện con đường sự nghiệp của các nhà nghiên cứu và thúc đẩy sự tham gia tích cực của các nhà nghiên cứu nữ. Ngoài ra, còn nhằm thu hút sự quan tâm và nâng cao nhận thức khoa học trong thanh niên và xã hội bằng cách đẩy mạnh các hoạt động truyền thông KH&CN của các nhà nghiên cứu, nhiều hoạt động liên quan đến KH&CN tại các bảo tàng.

HÀN QUỐC

Trong thập kỷ qua, sự phát triển mạnh mẽ của CNTT và ngành điện tử đã đưa Hàn Quốc trở thành một trong những nền kinh tế tăng trưởng nhanh nhất OECD. Quốc gia này đã vượt qua cuộc khủng hoảng toàn cầu tốt hơn hầu hết các nền kinh tế khác. Đây cũng là nước có cường độ NC&PT cao nhất thế giới với GERD chiếm 4,36% GDP năm 2012. Tuy nhiên, Hàn Quốc đang phải đối mặt với một số thách thức gồm tăng trưởng chậm, bất bình đẳng gia tăng và thất nghiệp, xã hội già hóa nhanh và các vấn đề môi trường nổi cộm. Kế hoạch cơ bản KH&CN lần thứ 3 (2013 - 2017) mở ra con đường cho Chính phủ mới đạt được sự thịnh vượng kinh tế và mang lại hạnh phúc cho người dân cùng với Chiến lược High Five để giải quyết những thách thức lâu dài.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KH&CN Hàn Quốc*

Quản trị chính sách KH&CN: Dưới chính quyền mới, một cuộc cải tổ các bộ và những thay đổi lớn trong tổ chức điều phối chính sách KH&CN đã được thực hiện năm 2013. Bộ Khoa học, CNTT và Quy hoạch tương lai (MSIP) được thành lập để hỗ trợ thực hiện Sáng kiến kinh tế sáng tạo, còn Bộ Thương mại, Công nghiệp và Năng lượng ghép các chức năng thương mại theo danh mục NC&PT, ngành công nghiệp và chính sách năng lượng. Ngoài ra, Hội đồng KH&CN Quốc gia mới trực thuộc Văn phòng Thủ tướng Chính phủ là cơ quan cao nhất hoạch định các vấn đề chính sách KH&CN cho các đơn vị.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Nghiên cứu công được thực hiện chủ yếu trong các viện nghiên cứu công có liên kết chặt chẽ với ngành công nghiệp. Các trường đại học và viện nghiên cứu công cũng rất tích cực đăng ký sáng chế cho các kết quả nghiên

cứu của họ. Hàn Quốc đặt mục tiêu xây dựng một hệ thống hợp tác mới giữa các viện nghiên cứu công, trường đại học và ngành công nghiệp để đẩy mạnh ứng dụng các kết quả NC&PT công vì mục đích công nghiệp và xã hội. Hệ thống này bao gồm Trung tâm hỗ trợ 1 cửa giúp các DNVVN tiếp cận với phương tiện và tri thức chuyên môn của các viện nghiên cứu công. MSIP cũng có các chương trình hỗ trợ trao đổi giáo sư và sinh viên giữa các trường đại học và viện nghiên cứu, cũng như lập kế hoạch đến năm 2017 xây dựng 18 trung tâm NC&PT chung giữa ngành công nghiệp - trường đại học - viện nghiên cứu công. Ngoài ra, Kế hoạch cơ bản KH&CN lần thứ 3 cũng khuyến khích tăng cường sử dụng chung hạ tầng KH&CN để mở rộng tiếp cận với tri thức và thông tin KH&CN. Các viện nghiên cứu công phải dành 15% tổng ngân sách để hỗ trợ các DNVVN vào năm 2017 (tỷ lệ này năm 2012 là 7%) và 3% cho CGCN trong DNVVN cũng như hỗ trợ nguồn nhân lực (năm 2012 là 1,76%).

Cụm và chuyên môn hóa thông minh: Khu vực thủ đô Seoul là tuợng tâm của phần lớn hoạt động KH&CN&ĐM và điều này đã dẫn đến sự tăng trưởng mất cân đối trong vùng. Do đó, Chính phủ đã xây dựng các đặc khu NC&PT như Daedeuk, Gwangju, Daegu và Busan, mỗi đặc khu có định hướng công nghệ riêng để thúc đẩy các cơ sở công nghiệp vùng và tạo việc làm cho địa phương. Quỹ đầu tư mạo hiểm cho các đặc khu NC&PT bắt đầu khởi động vào năm 2012 với 148 triệu USD (125 tỷ won) để tăng cường đầu tư tư nhân cho vùng.

Toàn cầu hóa: Tỷ lệ đồng tác giả và đồng sáng chế quốc tế của Hàn Quốc thấp hơn mức trung bình của OECD. Các viện nghiên cứu công chú trọng nhiều cho nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ phần nào giải thích cho tỷ lệ đồng tác giả nghiên cứu quốc tế thấp. Tỷ đăng ký sáng chế với các nhà đồng sáng chế nước ngoài thấp, một phần là do cơ cấu công nghiệp của tập đoàn Hàn Quốc có xu hướng duy trì phát triển công nghệ trong nhóm. Trước đây, Hàn Quốc đã có những hợp tác xuyên biên giới thường xuyên nhưng không có chiến lược toàn diện cho hợp tác KH&CN&ĐM quốc tế. Do đó, MSIP đã phát triển Kế hoạch toàn diện hợp tác toàn cầu về KH&CN&ĐM,

bao gồm thành lập mạng lưới căn cứ KHCN&ĐM, mở rộng hỗ trợ phát triển chính thức KH&CN (ODA), tăng cường ngoại giao khoa học, xúc tiến hợp tác quốc tế về NC&PT và chia sẻ phương tiện NC&PT trên quy mô lớn. MSIP cũng đang áp dụng các biện pháp khuyến khích sự luân chuyển quốc tế lao động trình độ cao.

Kỹ năng ĐMST: Hàn Quốc đã đầu tư lớn cho giáo dục bậc cao và xếp thứ 3 thế giới về GDP chi cho giáo dục bậc cao. Tuy nhiên, hệ thống giáo dục của Hàn Quốc đã đạt được những kết quả khác nhau. Ví dụ với phần lớn người trưởng thành có trình độ đại học, nhưng khả năng giải quyết vấn đề kỹ thuật của họ chỉ ở mức trung bình và trong khi học sinh lứa tuổi 15 có thành tích tốt về khoa học, nhưng tỷ lệ tiến sĩ khoa học và kỹ thuật vẫn khiêm tốn. MSIP đã lập Kế hoạch toàn diện về năng khiếu và tài năng khoa học (2013 - 2017) để phát hiện những học sinh có tiềm năng và nuôi dưỡng để chúng trở nên sáng tạo hơn. Kế hoạch 5 năm cho các doanh nghiệp khởi nghiệp của trường đại học (2013 - 2017) nhằm cải thiện việc giáo dục tinh thần doanh nghiệp ở các trường trung học và đại học. Mô hình dân số của Hàn Quốc cho thấy số lượng sinh viên sẽ giảm từ năm 2018. Chương trình Học bổng quốc gia, Cho vay ứng phó thu nhập (Income Contingent) dành cho sinh viên nghèo không lấy lãi và Kế hoạch cơ bản xúc tiến KH&CN cho phụ nữ lần thứ 3 (2014 - 2018) nhằm mục tiêu tăng cường sự tham gia vào giáo dục bậc cao. MSIP cùng với các bộ khác đang triển khai sáng kiến thu hút các nhà khoa học trẻ và kỹ sư vào các DNVVN, ví dụ bằng cách thiết lập mạng lưới thông tin 1 cửa cho thị trường việc làm và khuyến khích sử dụng sớm sinh viên.

5.2. Các nước BRIC

BRASIL

Brasil là nền kinh tế mới nổi có quy mô lớn thứ 7 thế giới. Brasil đã vượt qua được thời kỳ suy thoái kinh tế toàn cầu, nhưng tốc độ tăng trưởng chậm lại trong hai năm gần đây. Để đẩy mạnh thành tích kinh tế, Kế hoạch Greater Brasil 2011 - 2014 đã được thông qua vào năm 2011 coi đổi mới sáng tạo có vai trò trung tâm và đưa ra các kiến nghị về những thay đổi quan trọng trong khuôn khổ luật pháp.

▪ ***Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM Brasil***

Điều hành chính sách KHCN&ĐM: Điều hành chính sách KHCN&ĐM của Brasil đã không có thay đổi đáng kể trong những năm gần đây. Các kế hoạch đang được triển khai để làm tăng sự phi tập trung hóa các công cụ chính sách và đẩy mạnh sự phối hợp các nguồn lực liên bang, bang và tư nhân tập trung cho đổi mới trong quá trình thực hiện chương trình. Hội đồng Quốc gia về phát triển công nghiệp đã được tổ chức lại vào tháng 8/2011 để nâng cao sự phối hợp và sự tham gia của các bên tham gia. Các Bộ trưởng, Chủ tịch Ngân hàng Phát triển Kinh tế và Xã hội Quốc gia (BNDES), các doanh nghiệp tư nhân, đại diện ngành công nghiệp và công đoàn tham gia trong Hội đồng này.

Nguồn tăng trưởng mới: Chiến lược KHCN&ĐM của Brasil chủ trương đẩy mạnh lợi thế so sánh của một nền kinh tế "xanh". Trong lĩnh vực công nghệ môi trường, Brasil có trình độ cao hơn mức trung bình BRICS, nhưng dưới mức trung bình của OECD; trong lĩnh vực công nghệ sinh học và nano, Brasil có lợi thế hơn so với OECD và EU28. Các chương trình hỗ trợ bao gồm các quỹ ngành (CT-Energy, CT-Ptro). Tháng 2/2012, Quỹ Khí hậu mới được thành lập với mục đích tài trợ cho các dự án giảm phát thải khí nhà kính.

Trường đại học và nghiên cứu công: Brasil có tương đối ít các trường đại học lọt vào top 500 thế giới. Thành tích nghiên cứu được đánh giá qua các công bố khoa học và kỹ thuật được đăng tải trên 25% tạp chí khoa học hàng đầu thế giới vẫn còn thấp so với tiêu chuẩn OECD, mặc dù số bài báo khoa học và kỹ thuật tăng với tỷ lệ trung bình 6,4% mỗi năm trong giai đoạn 2001 - 2011, theo số liệu của Quỹ Khoa học Quốc gia Hoa Kỳ. Tuy nhiên, sự gia tăng này vẫn còn thấp hơn so với các nền kinh tế lớn mới nổi khác, như Trung Quốc (15,6%) và Ấn Độ (7,6%).

Đổi mới trong doanh nghiệp: Các DNVVN của Brasil đổi mới rất ít. Do đó một số sáng kiến của Chính phủ nhằm hỗ trợ đổi mới, khởi nghiệp và hỗ trợ kinh phí chủ yếu được tiến hành dưới hình thức tài trợ. Ví dụ, Chương trình PRIME (Primeira Empresa Inovadora) đã tài trợ cho 1.381 doanh nghiệp với 104 triệu USD (166 triệu BRL)

trong giai đoạn từ 2009 - 2011. Để phân quyền việc cung cấp tài chính cho các doanh nghiệp siêu nhỏ và các DNVVN, Chương trình Inovacred của Cơ quan Đổi mới Sáng tạo Brasil (FINEP) đã được thành lập vào tháng 9/2012 với mục đích gia tăng sự hỗ trợ kinh phí bằng cách phi tập trung hóa công việc tài trợ thông qua các ngân hàng phát triển, các cơ quan xúc tiến nghiên cứu công và các ngân hàng thương mại nhà nước. Từ năm 2012 đến năm 2018, chương trình này có kế hoạch cấp giấy chứng nhận cho 20 đại lý tài chính và tài trợ cho khoảng 2.000 doanh nghiệp với tổng số vốn 788 triệu USD (1,2 tỷ BRL). Ngoài ra, chương trình Pró-Inova, được áp dụng năm 2005, cũng khuyến khích đổi mới kinh doanh và tinh thần doanh nghiệp bằng cách tuyên truyền thông tin về các công cụ pháp lý, cơ sở vật chất và các cơ chế hỗ trợ sẵn có.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Chính phủ Brasil rất chú trọng việc hỗ trợ thương mại hóa các đổi mới công nghệ. Ngày 10/7/2013, FINEP đã công bố một gói trị giá 420 triệu USD (640 triệu BRL) để hỗ trợ các vườn ươm và các khu công nghệ cũng như các công ty đóng trụ sở tại đó. Hỗ trợ công cung cấp cho các vườn ươm và các khu công nghệ thông qua các khoản cho vay và đầu tư bằng vốn cổ phần cho các công ty đặt trụ sở tại đây cũng như cho các doanh nghiệp được ươm tạo trong thời gian chưa đến hai năm. Brasil còn thực hiện một số chương trình khuyến khích sự luân chuyển các nhà nghiên cứu giữa các ngành (ví dụ như Pappé, Chương trình Hỗ trợ nghiên cứu trong doanh nghiệp và SEBRAE, Chương trình Dịch vụ hỗ trợ cho doanh nghiệp nhỏ của Brasil) để tạo điều kiện thuận lợi cho dòng tri thức giữa các trường đại học, các viện nghiên cứu công và khu vực doanh nghiệp.

Kỹ năng cho đổi mới: Nguồn nhân lực là một nút thắt trong hệ thống đổi mới của Brasil. Số người trưởng thành có trình độ đại học chiếm một phần rất nhỏ. Hệ thống giáo dục cần được cải tiến và thành tích của học sinh độ tuổi 15 về khoa học còn nghèo nàn, mặc dù có những cải thiện rõ rệt về điểm số đánh giá theo Chương trình Pisa OECD trong giai đoạn 2003 - 2012. Nỗ lực đã được huy động nhằm

nâng cao chất lượng giáo dục ở tất cả các cấp, bao gồm cả việc áp dụng các kỳ thi tuyển đầu vào đối với giáo viên. Để có tỷ lệ nhập học cao hơn, tài trợ cho giáo dục cơ bản và chuyên nghiệp đã tăng lên và điều kiện cho sinh viên vay vốn đã được nới lỏng.

LIÊN BANG NGA

Liên bang Nga đã có nền tảng lâu đời về KH&CN nhưng cần khai thác tốt hơn nữa để đa dạng hóa nền kinh tế và giảm bớt sự phụ thuộc vào nguồn tài nguyên thiên nhiên. Sắc lệnh của Tổng thống năm 2012 đặt mục tiêu lớn cho chính sách KH&CN của Nga, bao gồm tăng GERD lên 1,77% GDP vào năm 2015.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KH&CN của Nga*

Chính sách quản trị KH&CN: Hội đồng Tổng thống về Khoa học và Giáo dục và Hội đồng Tổng thống về Hiện đại hóa Kinh tế và Đổi mới sáng tạo được thành lập để cải thiện chính sách phối hợp về khoa học và đổi mới. Hai chương trình, Phát triển KH&CN (DST) (2013 - 2020) và Phát triển kinh tế và Kinh tế sáng tạo (2013 - 2020), đã được phê duyệt vào năm 2013, tổ chức và phối hợp hệ thống tất cả các sáng kiến quan trọng về vốn ngân sách liên bang trong khoa học và đổi mới. Trong khuôn khổ của tình báo chiến lược chính sách, nghiên cứu tầm nhìn xa, ví dụ như trong khuôn khổ của Ủy ban liên ngành về công nghệ tầm nhìn xa, đang ngày càng được sử dụng trong việc lựa chọn và ưu tiên ngành KH&CN. Tầm nhìn dài hạn NC&PT hướng tới năm 2030, trong đó xác định các khu vực KH&CN đầy hứa hẹn, là một cơ sở quan trọng để lập kế hoạch chiến lược và hoạch định chính sách trong khu vực.

Cơ sở hạ tầng CNTT liên mạng: Cơ sở hạ tầng CNTT của Nga tương đối yếu, với 14,5 thuê bao các mạng băng thông rộng cố định trên 100 dân. Cơ sở hạ tầng nghiên cứu công dự kiến được cải thiện thông qua một số sáng kiến, bao gồm chương trình dự án cơ sở hạ tầng Mega-Science trong Chương trình Phát triển KH&CN (2013 - 2020) cho việc tạo ra và phát triển các cơ sở nghiên cứu lớn.

Cụm và chuyên môn hóa thông minh: Chính phủ phát động một chương trình toàn quốc mới trong năm 2012 để hỗ trợ thí điểm cụm

sáng tạo, và 25 cụm đã được thành lập trong 6 lĩnh vực chiến lược: công nghệ hạt nhân và bức xạ; máy bay và không gian, sản xuất ô tô; đóng tàu; dược phẩm, công nghệ sinh học và các ngành công nghiệp y tế; vật liệu mới; hóa chất, hóa dầu; và CNTT và điện tử. Trong năm 2013, trợ cấp liên bang 67 triệu USD (1,3 tỷ RUB) được phân bổ để hỗ trợ các cụm thí điểm và lên đến 154 triệu USD (3,1 tỷ RUB) được dự kiến sẽ có hàng năm từ năm 2014 - 2016.

Toàn cầu hóa: Hợp tác quốc tế về đăng ký sáng chế của Nga gần với mức trung bình của OECD, khoa học Nga ít nhiều đã hội nhập với quốc tế. Một số rào cản hành chính cản trở hiệu quả hợp tác quốc tế KH&ĐM bao gồm các vấn đề ban hành thị thực và thủ tục tài trợ với các cơ quan nước ngoài và quốc tế. Trong năm 2013, Chính phủ đã công bố hai chương trình lớn mà KH&ĐM tài trợ bao gồm các quy định hỗ trợ cho hoạt động hợp tác quốc tế.

Chi cho KH&ĐM: Ngân sách nhà nước dành cho NC&PT (GBAORD) đã tăng lên đáng kể trong 5 năm qua. Kế hoạch ngân sách liên bang cho năm 2014 - 2015 dự báo giảm nhẹ trong phân bổ ngân sách cho NC&PT trong năm 2014. Tuy nhiên, nguồn ngân sách từ Chính phủ tài trợ được dự đoán sẽ vẫn là nguồn chính của GERD đến năm 2030, mặc dù các sáng kiến quan trọng gần đây để kích thích doanh nghiệp NC&PT và đổi mới đã được đưa ra. HERD được thiết lập để tăng từ 9% đến 13,5% GERD năm 2018, phản ánh mục tiêu của Chính phủ là tăng cường năng lực nghiên cứu của các trường đại học.

ẤN ĐỘ

Ấn Độ là nền kinh tế mới nổi đang tăng trưởng nhanh. Đây là trung tâm toàn cầu thu hút các dịch vụ CNTT từ nước ngoài. Tuy nhiên, tốc độ tăng trưởng trong những năm gần đây đã chậm lại phần nào và nghèo đói vẫn tiếp tục là một thách thức lớn. Đổi mới được xem là rất quan trọng để phát triển kinh tế - xã hội của Ấn Độ. Thông qua chiến lược quốc gia của mình, Thập kỷ của những đổi mới 2010 - 2020, Chính phủ cam kết tăng cường năng lực KH&CN. Mục tiêu là để tăng GERD tới 2% GDP với việc tăng gấp đôi đóng góp của khu vực doanh nghiệp vào năm 2020.

▪ ***Những điểm chính của hệ thống KHCN&ĐM Ấn Độ***

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Như trong nhiều nền kinh tế mới nổi, các viện nghiên cứu công và đại học chiếm đa số trong hệ thống KHCN&ĐM của Ấn Độ. Chi NC&PT công chiếm gần 62% GERD trong năm 2007 (năm gần nhất có số liệu). Ở mức 0,50% GDP năm 2007, Ấn Độ đứng ở dưới cùng nhóm giữa OECD. Ấn Độ có ít trường đại học đẳng cấp thế giới, công bố KH&CN trên các tạp chí khoa học quốc tế hàng đầu kém hơn so với các nền kinh tế mới nổi khác như Brasil, Trung Quốc và Nam Phi. Do các viện nghiên cứu công được quản lý bởi các bộ phụ trách lĩnh vực nghiên cứu chuyên ngành, nên Ấn Độ không có ngân sách nghiên cứu công hợp nhất. Ấn Độ đến nay không có cơ quan tài trợ nghiên cứu trung ương. Ngân sách cho các viện nghiên cứu công gần đây đã giảm về giá trị thực. Các đánh giá được sử dụng một cách hệ thống hơn để ước định hiệu quả hoạt động nghiên cứu trong các trường đại học.

Tinh thần kinh doanh sáng tạo: Sáng kiến Nghiên cứu đổi mới doanh nghiệp nhỏ (SBIRI) là một chương trình mới do Bộ Khoa học và Công nghệ đưa ra để nuôi dưỡng và tư vấn về các công nghệ và các doanh nhân đổi mới mới nổi. Nét nổi bật của SBIRI là nó hỗ trợ nghiên cứu công nghệ sinh học trước giai đoạn chứng minh khái niệm có rủi ro cao cũng như các giai đoạn phát triển về sau trong các DNVVN của các nhà sáng tạo với một nền tảng khoa học. Bộ Khoa học và Công nghệ Ấn Độ có hỗ trợ cụ thể cho việc thương mại hóa các công nghệ đáp ứng nhu cầu xã hội trong chăm sóc sức khỏe, thực phẩm và dinh dưỡng, nông nghiệp và các ngành khác. Các cơ quan khác của Chính phủ cũng có các kế hoạch tương tự.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Ấn Độ không có luật về chuyển giao và thương mại hóa công nghệ. Các chương trình khác nhau cho phép tiếp cận tri thức được phát triển trong các viện nghiên cứu công và các trường đại học. Việc tạo lập và bảo quản các hệ thống kiến thức, phổ biến kiến thức và các dịch vụ kiến thức tốt hơn là mối quan tâm chính của Ủy ban Kiến thức Quốc gia. Thành lập năm 2005, Ủy ban hướng dẫn chính sách về các chủ đề này và chỉ đạo các cải cách liên quan đến giáo dục, KH&CN, nông nghiệp, công

ngiệp, và chính phủ điện tử. SBIRI cũng nhằm tăng cường thương mại hóa các nghiên cứu công cộng.

Toàn cầu hóa: Sự hiện diện trung tâm NC&PT của các MNE đã đẩy nhanh quá trình hội nhập của Ấn Độ trong các hệ thống đổi mới và NC&PT toàn cầu. Trong khi Ấn Độ là nước có nhiều nhà đầu tư NC&PT của các công ty hàng đầu trong các lĩnh vực ô tô, máy công nghiệp và các ngành CNTT, nhưng vẫn thua Trung Quốc, Brasil và Nga trong các lĩnh vực này. Tuy nhiên, Ấn Độ ở mức trung bình của OECD, và hơn Brasil, Trung Quốc và Nam Phi trong hợp tác đăng ký sáng chế quốc tế, mặc dù thị phần các xuất bản phẩm KH&CN đồng tác giả quốc tế rất thấp, không chỉ theo các tiêu chuẩn OECD, mà còn so với Nam Phi, Brasil và Liên bang Nga. Trong những năm gần đây, các trường đại học Ấn Độ đã dần hội nhập quốc tế. Các cơ quan chính phủ khác có những chương trình tạo điều kiện cho việc luân chuyển nguồn nhân lực quốc tế.

Kỹ năng cho đổi mới: Ấn Độ có một lực lượng lao động lớn, trẻ và đang phát triển. Tuy nhiên, tỷ lệ đến trường thấp và chất lượng kém của hệ thống giáo dục cản trở sự phát triển của nguồn nhân lực cho KH&CN và đổi mới. Cơ quan Phát triển Kỹ năng Quốc gia (NSDA) chịu trách nhiệm phối hợp và hài hòa các nỗ lực phát triển kỹ năng của Chính phủ và khu vực tư nhân nhằm đạt được các mục tiêu kỹ năng cho Kế hoạch 5 năm lần thứ 12. Các sáng kiến liên quan bao gồm Trung tâm Kỹ năng tại Chhindwara (ở Madhya Pradesh) của Liên đoàn Công nghiệp Ấn Độ (CII), dạy các kỹ thuật công nghiệp, và Dự án Swavalamban liên doanh CII-HPCL (Công ty TNHH Dầu khí Hindustan), nơi đào tạo thanh niên tại địa phương. Bộ Nhân lực và Bộ Công tác dân tộc còn có các sáng kiến để giảm khoảng cách giới và dân tộc thiểu số trong giáo dục KH&CN, như Đề án Cung cấp chất lượng giáo dục tại Madrasas (SPQEM) và Sarva Shiksha Abhiyan (SSA).

TRUNG QUỐC

Mô hình tăng trưởng của Trung Quốc hiện đang có sự thay đổi với tốc độ tăng trưởng giảm và một nỗ lực để tái cân bằng nền kinh tế từ xuất khẩu và đầu tư hướng tới chi tiêu của khu vực tư nhân. Vai trò

của đổi mới sáng tạo ngày càng tăng, như được minh họa bởi thực tế là Trung Quốc đã dành 1,98% GDP cho NC&PT trong năm 2012, thu hẹp khoảng cách với các nước EU28.

▪ ***Những điểm chính trong hệ thống KH&CN&ĐM của Trung Quốc***

Quản trị chính sách KH&CN&ĐM: Một nhóm đổi mới hệ thống KH&CN hàng đầu, với sự tham gia của 20 bộ, cơ quan quốc gia đã được thành lập năm 2012. Đánh giá giữa kỳ Kế hoạch Phát triển KH&CN 2006 - 2020 được thực hiện vào năm 2014 với các phương pháp và tiêu chuẩn đánh giá Liên minh Chiến lược công nghiệp - viện nghiên cứu cho đổi mới sáng tạo công nghệ được đưa ra vào năm 2012. Việc quản lý các chương trình KH&CN trọng điểm đã được sửa đổi để đơn giản hóa thủ tục nộp hồ sơ; các nhà khoa học nộp hồ sơ cho các dự án do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ không cần phải đích thân tiến hành các phiên hỏi đáp do hầu hết các quy trình nộp hồ sơ và đánh giá có thể được thực hiện qua Internet, trong khi hệ thống quản lý ngân sách đã được cải thiện bằng cách xây dựng thư viện dự án và hệ thống thông tin chương trình KH&CN.

Cơ sở hạ tầng CNTT&TT và Internet: Mặc dù cơ sở hạ tầng CNTT&TT của Trung Quốc đã phát triển nhanh chóng nhưng chỉ số sử dụng CNTT&TT trên đầu người và chỉ số sẵn sàng chính phủ điện tử vẫn còn rất thấp so với tiêu chuẩn của OECD. Trung Quốc đã đầu tư vào cơ sở hạ tầng KH&CN thông qua Chương trình Phát triển cơ sở và cơ sở hạ tầng cho NC&PT từ năm 2005, với kinh phí ước tính khoảng 1,5 tỷ USD (5 tỷ NDT).

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Năm 2013, Văn phòng Lập pháp của Hội đồng Nhà nước sửa đổi Luật Thúc đẩy chuyển giao thành tựu KH&CN. Số các liên minh chiến lược ngành công nghiệp - viện nghiên cứu cho đổi mới công nghệ tăng từ 4 trong năm 2007 lên 146 năm 2013.

Các cụm và chuyên môn hóa thông minh: Hệ thống đổi mới quốc gia của Trung Quốc đã cho thấy sự bất bình đẳng khu vực. Chính

phủ đã sử dụng các khu trình diễn đổi mới sáng tạo như một công cụ chính sách quan trọng để làm mũi nhọn dẫn đầu đổi mới sáng tạo ở những khu vực có khả năng đổi mới tương đối thuận lợi. Đến nay 3 công viên khoa học đã được xây dựng tại Trung Quan Thôn (Zhongguncun) (Bắc Kinh); Hồ Đông (Vũ Hán) và Trạm Giang (Thượng Hải). Các doanh nghiệp nằm trong các công viên này được hưởng chính sách ưu đãi và hỗ trợ công cho các hoạt động đổi mới sáng tạo của họ. Ngoài ra, Khung Kế hoạch phát triển và đổi mới vùng Đồng bằng Châu Giang (2008 - 2020) nhằm làm cho khu vực này trở thành một trung tâm đổi mới sáng tạo trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương. Đến năm 2012, Trung Quốc đã có 105 Khu Công nghệ cao với khoảng một nửa các vườn ươm công nghệ quốc gia và 132 khu phát triển kinh tế và công nghệ. Để thúc đẩy sự phát triển của khu vực phía Tây, Chiến lược Mở rộng về phía tây hỗ trợ đầu tư cho cơ sở hạ tầng nghiên cứu, hợp tác nghiên cứu và lưu động nguồn nhân lực giữa khu vực miền Đông và miền Tây.

Toàn cầu hóa: Các hệ thống khoa học và đổi mới sáng tạo của Trung Quốc có sự liên kết yếu kém với các mạng lưới toàn cầu được thể hiện bằng tỷ trọng đồng tác giả và đồng sáng chế của Trung Quốc rất thấp. Chính phủ đang tìm cách để cải thiện tính mở của hệ thống KH&CN thông qua tiếp tục hợp tác giữa chính phủ về KH&CN và đa dạng hóa các phương thức mà các doanh nghiệp và các tổ chức nghiên cứu công của Trung Quốc tương tác với các đối tác nước ngoài. Trong những năm gần đây, Trung Quốc cũng đã tăng cường tham gia vào các dự án hợp tác quốc tế quy mô lớn, như Chương trình Khung EU lần thứ 7, và các cuộc đối thoại song phương hằng năm với các nước đối tác quan trọng như Hoa Kỳ và Đức về hợp tác trong KH&CN.

Những thay đổi gần đây trong chi tiêu cho KH&CN: Cường độ NC&PT của Trung Quốc tăng gấp ba kể từ năm 1998, đạt 1,98% GDP năm 2012, gần bằng mức của cả EU28. Tỷ trọng BERD trong GERD tăng lên mức cao nhất của các nước OECD và chi NC&PT của doanh nghiệp tự đầu tư đạt 95% BERD trong năm 2012.

5.3. Một số nước ASEAN

SINGAPORE

- ***Chính sách và xu hướng KH&CN***

Năm 1991, để tìm kiếm sự chuyển đổi từ các ngành công nghiệp thâm dụng vốn, chẳng hạn như hóa dầu, sang các ngành công nghiệp công nghệ cao bao gồm điện tử, Chính phủ Singapore thành lập tổ chức khoa học và công nghệ gọi là Hội đồng Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NSTB, sau đó được cơ cấu lại thành A*STAR), thúc đẩy sự hội nhập của ngành công nghiệp và nghiên cứu và phát triển (khoa học và công nghệ). Trong năm đó, kế hoạch công nghệ quốc gia đã được đưa ra như là phương châm chỉ đạo quản lý khoa học và công nghệ của đất nước trong từng 5 năm. Tính đến năm 2013, các biện pháp đã được thực hiện phù hợp với kế hoạch KH&CN lần thứ 5.

Thúc đẩy nghiên cứu và phát triển theo định hướng công nghiệp thông qua sự hợp tác chính phủ - học viện - công nghiệp và phát triển nguồn nhân lực có kiến thức và kỹ năng cao để hỗ trợ cho nghiên cứu và phát triển là những yếu tố cần thiết của kế hoạch. Một khía cạnh độc đáo của kế hoạch này là cam kết đầu tư chiều sâu và đầy đủ, tùy theo hoàn cảnh của thời điểm, đối với một số lĩnh vực nghiên cứu và phát triển cụ thể (y sinh học, khoa học nước,...) được dự kiến sẽ có tác động đáng kể đến các ngành công nghiệp trong tương lai của đất nước.

Xu hướng này dường như được thực hiện trong kế hoạch lần thứ 6 đang được xây dựng. Năm 2014, Chính phủ đã công bố chính sách “quốc gia thông minh” (“Smart Nation”). Trong đó, công nghệ thông tin, cảm biến sẽ đóng góp vào đời sống xã hội, các tòa nhà thân thiện môi trường.

- ***Các chủ đề về khoa học và công nghệ***

Singapore đã đầu tư chuyên sâu trong các lĩnh vực NC&PT có hiệu ứng lan tỏa giá trị kinh tế. Ở đây đề cập đến hai lĩnh vực nổi bật được xác định là các lĩnh vực NC&PT chiến lược từ những năm 2000. Một là lĩnh vực y sinh học, đóng góp mạnh mẽ vào việc cải thiện sự

đổi mới của đất nước, và ngành nghiên cứu về nước, đã được xếp hạng hàng đầu thế giới, đặc biệt là về năng lực đổi mới gần đây.

▪ *Nghiên cứu y sinh*

Trong kế hoạch 5 năm lần thứ 3 được gọi là "Kế hoạch Khoa học & Công nghệ 2005" (2001 - 2005), lĩnh vực y sinh học của Singapore đã được xác định là một ngành công nghiệp cần được tăng cường mạnh mẽ, với mong muốn trở thành một trụ cột của ngành công nghiệp có giá trị gia tăng cao trong thế kỷ XXI.

Để thiết lập một trung tâm nghiên cứu y sinh học đẳng cấp thế giới, kế hoạch Biopolis đã được đưa ra vào năm 2001. Biopolis có tới 12 tòa nhà có tổng diện tích khoảng 295.000 m² với 38 công ty sinh - y học, 10 viện nghiên cứu của nhà nước và hơn 2.500 nhà nghiên cứu từ 70 nước.

Tại thời điểm Biopolis được thành lập vào năm 2000, cơ sở hạ tầng nghiên cứu theo định hướng y sinh học của Singapore vẫn còn nghèo nàn. Ngay cả NSTB (tiền thân của A*STAR) chủ yếu chỉ là một viện kỹ thuật. Viện sinh học tế bào và phân tử (IMCB), được thành lập tại Trường NUS năm 1985, là tổ chức nghiên cứu sinh học duy nhất ở Singapore, và lực lượng cán bộ nghiên cứu sinh học cũng rất hạn chế.

Để giải quyết vấn đề này, ông Philip Yeo, cựu Chủ tịch A*STAR, người đóng vai trò hàng đầu trong xây dựng kế hoạch Biopolis và trong việc thực hiện chính sách, đã khai trương lần lượt 11 viện nghiên cứu và tập đoàn y sinh học quốc gia trong Biopolis trong giai đoạn từ 2000 đến 2010, bắt đầu với Viện Bộ gen của Singapore.

Năm 2010, do sự phát triển nguồn nhân lực và tiến bộ của công ty định hướng vào NC&PT đã tiến triển đến một mức độ nhất định và cơ sở hạ tầng cơ bản của nó đã được cải thiện, Singapore chuyển trọng tâm nghiên cứu và phát triển vào nghiên cứu định hướng nhiều hơn vào công nghiệp bằng cách đưa ra kế hoạch tài trợ gọi là Quỹ định hướng công nghiệp, trong đó trọng tâm phân bổ tài trợ cho nghiên cứu được chuyển sang những nỗ lực nghiên cứu liên quan đến ngành công nghiệp.

Xu hướng này, do tính chất của khoa học và công nghệ của Singaporere, là sự chuyển dịch tự nhiên. Tuy nhiên, nhiều nhà khoa học có tiếng ở nước ngoài được mời đến Singapore trong suốt thời kỳ thành lập Biopolis đã lần lượt rời Singapore, tìm kiếm nghiên cứu khoa học và kỹ thuật cơ bản có tính học thuật.

Một cuộc kiểm tra định lượng về tác động của nghiên cứu khoa học y sinh học ở Singapore trong những năm từ đầu 2000 đến 2011 khi Kế hoạch Biopolis tăng tốc được thể hiện dưới đây:

- (1) Nhu cầu và quy mô lao động, tương ứng, của ngành công nghiệp y - sinh học bắt đầu phát triển từ năm 2002.
- (2) Trong phát triển nguồn nhân lực, số lượng các nhà nghiên cứu y - sinh học tăng lên, đặc biệt là số nhà nghiên cứu là tiến sỹ tăng lên, nâng cấp trình độ nghiên cứu.

Đối với các cơ sở nghiên cứu sinh học khác ngoài các viện chi nhánh của A*STAR do Chính phủ hoặc doanh nghiệp quản lý, còn một tổ chức sinh học phi lợi nhuận có tên "Phòng thí nghiệm khoa học sự sống Temasek (TLL)". TLL được thành lập năm 2002 khi nghiên cứu sinh học của Singapore được bắt đầu. Đây là một tổ chức tư nhân phi lợi nhuận được thành lập trong khuôn viên Trường NUS với sự hỗ trợ của Temasek Trust, thuộc bộ phận tài trợ phi lợi nhuận của Temasek Holdings, một công ty đầu tư ở Singapore đầu tư tại châu Á. Tại TLL, có 240 nhà nghiên cứu từ 21 quốc gia khác nhau vì lợi ích chung của người dân châu Á, tham gia vào lĩnh vực sinh học phân tử như sinh học tế bào, thần kinh học, nghiên cứu sinh bệnh học và tin sinh học để đáp ứng cả nhu cầu ngắn hạn và dài hạn của ngành khoa học đời sống.

▪ *Công nghệ liên quan đến nước*

Tại Singapore, khoảng 5.180.000 người đang sống trong các khu vực dân cư mật độ cao khoảng 710 km². Mặc dù lượng mưa hàng năm của Singapore là 2.400 mm, Singapore không có đủ diện tích đất để đón mưa nhiều do tính chất hẹp của đất nước. Hơn nữa, vì không có các sông lớn, các tầng ngậm nước tự nhiên và nước ngầm, việc bảo đảm nước như một nguồn tài nguyên là một vấn đề sống còn đối với Singapore từ khi độc lập.

Việc có một nguồn cung cấp nước ổn định là rất quan trọng để duy trì mức sống của người dân và để công nghiệp hóa, đó là lựa chọn duy nhất đối với quốc đảo nhỏ để tiếp nhận như một phương tiện phát triển quốc gia. "Độc lập về nước" đã được xác định là một ưu tiên hàng đầu trong kế hoạch phát triển quốc gia. Để đạt được điều này, việc phát triển một hệ thống pháp luật, bảo đảm nhiều nguồn cung cấp nước cho phát triển quốc gia để đa dạng hóa rủi ro, xây dựng cơ sở hạ tầng, và nghiên cứu và phát triển đã được thực hiện đều đặn kể từ khi độc lập.

INDONESIA

Trong cuộc khủng hoảng tài chính toàn cầu và suy thoái kinh tế thế giới, Indonesia đã duy trì tăng trưởng GDP ở mức tương đối cao, trung bình 5,9% trong giai đoạn 2009 - 2013. Chính phủ nước này thừa nhận tầm quan trọng của ĐMST đối với việc duy trì đà tăng trưởng mạnh mẽ.

▪ *Những điểm chính trong hệ thống KHCN&ĐM của Indonesia*

Các trường đại học và viện nghiên cứu công: Phần lớn hoạt động NC&PT ở Indonesia do các viện nghiên cứu công thực hiện, đặc biệt là các viện nghiên cứu của Chính phủ. Tuy nhiên, theo các tiêu chuẩn quốc tế, cường độ đầu tư công cho NC&PT rất thấp. Mục tiêu chính sách cơ bản là đảm bảo các kết quả nghiên cứu công sẽ đáp ứng yêu cầu của chương trình nghị sự phát triển và ĐMST quốc gia. Điều này đòi hỏi phải khắc phục mối quan hệ hợp tác chưa chặt chẽ giữa nghiên cứu với ngành công nghiệp bằng cách tăng phần kinh phí của Chính phủ cấp cho hợp tác nghiên cứu. Trong các lĩnh vực như quốc phòng và y tế, giải pháp này đã thúc đẩy hợp tác nghiên cứu hiệu quả.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Trọng tâm chính sách gần đây chuyển hướng sang sự đóng góp của nghiên cứu công cho hệ thống ĐMST quốc gia. Ngành công nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp thuộc sở hữu nhà nước, được khuyến khích tìm kiếm các cơ hội hợp tác với các viện nghiên cứu công và trường đại học hàng đầu của các quốc gia khác. Indonesia cũng đang đầu tư nâng cao

chất lượng của hệ thống SHTT quốc gia và thực hiện các kế hoạch khuyến khích các nhà nghiên cứu đăng ký sáng chế. Luật năm 2002 quy định về việc thành lập các văn phòng CGCN trong khu vực nghiên cứu công ở Indonesia. Tuy nhiên, đánh giá năm 2010 - 2011 cho thấy thậm chí nơi các văn phòng này được thành lập, có ít văn phòng tích cực hỗ trợ nỗ lực thương mại hóa. Hạn chế lớn về hợp tác giữa viện nghiên cứu và ngành công nghiệp là thực tế tất cả doanh thu từ các dự án được cấp kinh phí công, phải nộp lại cho Bộ Tài chính; do đó, các nhà nghiên cứu không có khuyến khích tài chính để thương mại hóa các sản phẩm dựa vào kết quả nghiên cứu của họ. Các quy định liên quan đến ngân sách nghiên cứu cũng tạo thêm trở ngại nữa: kinh phí dự án được cấp trong thời gian ngắn và sau thời gian đó phải trả lại cho cơ quan cấp kinh phí, do đó, việc kinh phí không bao quát cho toàn bộ vòng đời phát triển sản phẩm.

ĐMST trong doanh nghiệp: Doanh nghiệp vẫn đóng vai trò khiêm tốn trong hệ thống NC&PT và cường độ BERD ước tính chỉ ở mức 0,01% GDP năm 2008. Trước đây, chính sách hỗ trợ NC&PT và ĐMST chủ yếu đồng nghĩa với sự hỗ trợ tài chính thông qua quỹ nghiên cứu, khấu trừ thuế và các công cụ liên quan. Để khuyến khích các hoạt động ĐMST, Indonesia hiện đang chú trọng nhiều hơn đến việc cung cấp các dịch vụ hỗ trợ và nâng cao nhận thức về tầm quan trọng của ĐMST trong các doanh nhân và doanh nghiệp. Với một nền kinh tế phi chính thức sử dụng hơn 68% lực lượng lao động, việc xác định các cơ hội cho phân khúc lớn này của nền kinh tế trở thành một phần của hệ thống ĐMST quốc gia là rất quan trọng. Việc tìm kiếm các cơ hội phát triển năng lực ĐMST liên quan đến cung cấp tài nguyên thiên nhiên dồi dào của quốc gia cũng cần thiết nếu Indonesia muốn đạt được mục tiêu cường độ NC&PT ở mức 1% GDP năm 2014, như đã đề cập trong Kế hoạch phát triển trung hạn quốc gia lần thứ 2 (2010 - 2014) của Tầm nhìn và Sứ mệnh trong Tuyên bố KH&CN của Indonesia giai đoạn 2005 - 2025.

Kỹ năng ĐMST: Kế hoạch phát triển trung hạn quốc gia lần thứ 2 (2010 - 2014) đưa các kỹ cơ bản thành ưu tiên chính. Mặc dù chi tiêu giáo dục đã tăng mạnh trong 2 thập kỷ qua, nhưng phần chi cho

giáo dục bậc cao so với GDP vẫn rất thấp theo tiêu chuẩn của OECD và thành tích khoa học yếu của học sinh lứa tuổi 15 cho thấy điểm bất cập trong chất lượng và cấu trúc của hệ thống giáo dục. Mở rộng giáo dục đào tạo kỹ thuật và dạy nghề là một ưu tiên và Chiến lược Giáo dục quốc gia đã được thông qua để giảm bất bình đẳng trong việc tiếp cận giáo dục nhằm nâng cao chất lượng giảng dạy và cải thiện công tác quản lý và trách nhiệm giải trình của các trường học.

MALAYSIA

Malaysia là một nền kinh tế năng động với tăng trưởng hàng năm 4,1% từ 2009 - 2012, thu nhập đầu người 22.280 USD năm 2012. Năm 2013, Chính phủ tuyên bố Chính sách quốc gia về khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo (NSTIP) (2013 - 2020) đề ra các định hướng chiến lược cho chính sách và đầu tư KH&ĐT của Malaysia chuyển sang nền kinh tế sáng tạo vào năm 2020. Sau đó, Thủ tướng ban hành Kế hoạch hành động khoa học để thực thi NSTIP, làm một trong những động lực thúc đẩy chiến lược chính của kế hoạch lần thứ 11 (2016 - 2020).

Một số biện pháp nhằm thúc đẩy đổi mới công nghiệp, bao gồm ưu đãi về tài chính, hỗ trợ cho các tổ chức đoàn thể, hợp tác công tư, và thúc đẩy các mối liên kết giữa ngành khoa học, công nghiệp và chuyển giao kiến thức đã được đưa ra. Chính phủ đã phân bổ ngân quỹ nghiên cứu và phát triển, ví dụ như: Quỹ Công nghệ; Quỹ Khoa học; Quỹ Đổi mới Sáng tạo; Quỹ Chuyển đổi công nghệ (TAF) và các tổ chức khác, cho các cơ quan và bộ, ngành khác nhau. Để khuyến khích các ngành ưu tiên tăng BERD, một số viện nghiên cứu công nghiệp đã được đưa ra. Ví dụ, Trung tâm Sáng kiến Không gian vũ trụ Malaysia (AMIC) được thành lập để cung cấp những tập trung về nghiên cứu và phát triển.

- ***Những điểm chính trong hệ thống KH&ĐT của Malaysia***

Những thách thức mới: Hội đồng Khoa học và Nghiên cứu Quốc gia (NSRC) đã xác định 9 lĩnh vực ưu tiên trong NC&PT, bao gồm: đa

dạng sinh học, an ninh mạng, an ninh năng lượng, môi trường và biến đổi khí hậu, an ninh lương thực, chăm sóc y tế và sức khỏe, cây trồng và hàng hóa, vận chuyển và đô thị hóa và an ninh nguồn nước. Đề án Tài chính Công nghệ Xanh (GTFS) được xây dựng vào năm 2010 nhằm mục tiêu thúc đẩy phát triển ngành công nghiệp công nghệ xanh thông qua việc cải thiện năng lực tài chính để tiếp cận tín dụng ngân hàng. 2,5 tỷ USD (3,5 tỷ MYR) tín dụng ngân hàng đã sẵn sàng đến năm 2015. 127 dự án được tài trợ với tổng số tiền là 1,26 tỷ USD (1,77 tỷ MYR). Bên cạnh đó, trong những năm gần đây, một số đề án đổi mới sáng tạo cấp cơ sở đã được xây dựng với nội dung hướng tới khai thác các cơ hội tiềm năng phong phú do khả năng hiểu biết, linh hoạt kiến thức/thực hành mang lại. Dự án Đổi mới sáng tạo hướng tới người thu nhập thấp dự kiến sẽ được xây dựng nhằm giải quyết những mối quan tâm của cộng đồng những người gặp khó khăn và thu nhập thấp.

Các nguồn tăng trưởng mới: Mô hình tăng trưởng kinh tế mới được Chính phủ Malaysia khởi xướng vào năm 2010, xác định 12 lĩnh vực kinh tế trọng điểm quốc gia (NKEAS) có ảnh hưởng mạnh mẽ đến tổng thu nhập quốc gia dựa trên cơ sở tiềm năng của họ để nâng cao mức thu nhập và thúc đẩy năng lực cạnh tranh toàn cầu của Malaysia trong thập kỷ tới, trong đó có: dầu, khí đốt và năng lượng; dầu cọ và cao su; dịch vụ kinh doanh; điện và điện tử; giáo dục và chăm sóc sức khỏe. Những hình thức can thiệp chính sách chủ yếu được thực hiện dựa trên tinh thần quan hệ đối tác công - tư, với các cơ quan nghiên cứu công có nhiệm vụ cung cấp các loại hình hệ sinh thái mang lại giá trị kinh tế lớn cho mỗi quốc gia, phục vụ đổi mới sáng tạo và thương mại hóa các sản phẩm, trong khi đó, người ta hy vọng các thực thể kinh doanh sẽ góp phần thúc đẩy hoạt động kinh doanh và các chương trình nghị sự.

Tinh thần kinh doanh sáng tạo: Hoạt động ĐMST của các doanh nghiệp vẫn còn bộc lộ nhiều hạn chế, thường giới hạn trong số các doanh nghiệp sản xuất theo định hướng xuất khẩu năng động. Mặc dù chiếm gần 95% các cơ sở sản xuất nhưng chưa có đến 10% các DNVVN tham gia vào hoạt động NC&PT. Nhằm góp phần xây dựng nền văn hóa kinh doanh, các khóa học về đào tạo kỹ năng kinh doanh cơ bản đã được xây dựng và bắt buộc thực hiện trong tất cả các

chương trình đại học. Trung tâm Sáng tạo và Đổi mới Toàn cầu Malaysia (MaGIC) mới được thành lập gần đây với số vốn 35,7 triệu USD (50 triệu MYR) nhằm mục đích hỗ trợ các doanh nghiệp trong và ngoài nước trong giai đoạn khởi nghiệp và phát triển doanh nghiệp ở Malaysia.

Chuyển giao và thương mại hóa công nghệ: Hoạt động NC&PT của Malaysia bao gồm các viện nghiên cứu công và các trường đại học dựa trên nghiên cứu. Tất cả các trường đại học nghiên cứu công lập đóng vai trò quan trọng giúp giải quyết các vấn đề về an sinh xã hội và thương mại hóa các kết quả nghiên cứu. Các quỹ hỗ trợ như: ScienceFund, InnoFund và TechnoFund được thành lập bởi Bộ Khoa học, Công nghệ và Đổi mới sáng tạo (MOSTI) nhằm thúc đẩy tiềm năng thương mại hóa các sản phẩm đầu ra của hoạt động NC&PT được tài trợ công. Theo Kế hoạch Phát triển quốc gia lần thứ 10, Bộ Giáo dục Malaysia đã đề xuất Chương trình Chuyển giao kiến thức với mục đích tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động chuyển giao tri thức chuyên môn cũng như các kết quả nghiên cứu thông qua các dự án được phối hợp thực hiện giữa các học viện, ngành công nghiệp và cộng đồng. Đến nay, có 254 dự án được tài trợ tổng cộng 25,7 triệu USD (36 triệu MYR), trong đó, ngành công nghiệp đóng góp khoảng một phần tư giá trị.

Toàn cầu hóa: Được sáng lập bởi những nhà lãnh đạo ngành công nghiệp toàn cầu và các chuyên gia quốc tế nổi tiếng, Hội đồng Tư vấn Khoa học và Đổi mới sáng tạo Toàn cầu (GSIAC) do Thủ tướng làm Chủ tịch được đánh giá là tổ chức quan trọng tiếp thu, ghi nhận ý kiến về những nỗ lực trong thực hiện KHCN&ĐM của Malaysia. Những chương trình trọng điểm đã được khởi xướng thực hiện dựa trên cơ sở này bao gồm: sáng kiến Malaysian Biomass, Smart Communities, và Human Capital Building. Hiện nay, nhiều chương trình đã được cải thiện thông qua việc áp dụng các hoạt động hiệu quả nhất đã được ghi nhận trên toàn cầu. Các hoạt động hợp tác chiến lược quốc tế cũng đã được đẩy mạnh, bao gồm: các chương trình STEM (MOE và UKM), Nobelist Mindset (PermataPintar™) và My Body is Fit và Fabulous (Bộ Y tế). Chính phủ Malaysia cũng đã chia sẻ kinh nghiệm phát triển hoạt động KHCN&ĐM với các nước

đang phát triển, đồng thời thực hiện đóng góp về mặt tài chính cùng nhiều hình thức hỗ trợ khác cho các tổ chức quốc tế như: Quan hệ đối tác Khối thịnh vượng chung về Quản lý Công nghệ (CPTM), Tổ chức Hội nghị Hội giáo (OIC) và Trung tâm Khoa học, Công nghệ và Đổi mới sáng tạo Quốc tế về Hợp tác Nam - Nam dưới sự bảo trợ của Quỹ UNESCO (ISTIC).

THÁI LAN

Thái Lan là nền kinh tế lớn thứ hai Đông Nam Á với tốc độ tăng trưởng trung bình giai đoạn 2017 - 2021 được Ngân hàng Thế giới kỳ vọng vào khoảng 3,6%. Kế hoạch phát triển KT - XH quốc gia lần thứ 12 (NESD, 2017 - 2021) của Thái Lan được thông qua năm 2016 trong khuôn khổ Chiến lược quốc gia 20 năm (2017 - 2036) nhằm thúc đẩy sức cạnh tranh của các ngành công nghiệp dịch vụ, chế tạo và nông nghiệp của Thái Lan; thúc đẩy tăng trưởng xanh và tìm kiếm an ninh năng lượng; nâng cao tiềm năng nguồn nhân lực; tăng cường hiệu quả quản lý khu vực công và giảm sự phân hóa xã hội. Trong 2 thập kỷ qua, Tổng chi NC&PT của Thái Lan nằm trong khoảng 0,25 - 0,6% GDP (tăng từ 0,36% GDP năm 2011 lên 0,63% năm 2015). Trong Kế hoạch phát triển KT - XH quốc gia mới, Chính phủ đặt ra các mục tiêu tham vọng trong chi NC&PT lần lượt ở mức 1,0% và 1,5% GDP vào các năm 2018 và 2021.

Vào tháng 4/2012, Chính phủ phê duyệt Kế hoạch cơ bản quốc gia 10 năm về khoa học và công nghệ (2012 - 2021). Kế hoạch này được thiết kế để cung cấp cơ chế làm phong phú thêm hệ thống đổi mới ở tất cả các cấp từ cấp quốc gia, khu vực và địa phương trong cả nước.

▪ *Những điểm chính trong KHCN&ĐM của Thái Lan*

Kế hoạch tổng thể quốc gia về khoa học, công nghệ và đổi mới

Kế hoạch tổng thể quốc gia về khoa học, công nghệ và đổi mới 2012 - 2021, sau đây gọi là "Kế hoạch Tổng thể KHCN&ĐM 2012 - 2021" nhằm mục tiêu thống nhất các cam kết KHCN&ĐM trong các cơ quan công và tăng cường hợp tác với và giữa khu vực tư

nhân, các viện nghiên cứu và hàn lâm. Kế hoạch được thiết kế để liên kết tri thức từ cấp cộng đồng cơ sở đến hợp tác quốc tế.

Để tạo ra một hệ thống đổi mới phát triển mạnh, các văn phòng KH&ĐT hiện tại tập trung vào hợp tác giữa các tổ chức và quốc tế dựa trên nguồn nhân lực tri thức, cơ sở hạ tầng KH&ĐT đầy đủ và các yếu tố hỗ trợ khác. Kế hoạch Tổng thể tuyên bố rằng nguồn nhân lực tri thức và có kỹ năng cùng với cơ sở hạ tầng KH&ĐT đầy đủ và các yếu tố hỗ trợ rất quan trọng cho việc tạo ra một hệ thống đổi mới phát triển mạnh. Do đó, các chiến lược và biện pháp sau đây được vạch ra để phát triển những yếu tố quan trọng, dẫn đến các chương trình phát triển nguồn nhân lực:

- (1) Cải thiện giáo dục khoa học thông qua việc học theo vấn đề cần thiết;
- (2) Cải thiện kỹ năng nghề thông qua việc học kết hợp với làm;
- (3) Tăng cường hợp tác giữa các trường đại học - công nghiệp - viện nghiên cứu thông qua giáo dục hợp tác và nâng cao tính cơ động của các cá nhân đào tạo/nghiên cứu;
- (4) Chương trình phát triển các yếu tố cơ sở hạ tầng/hỗ trợ như công viên khoa học vùng, hỗ trợ công nghệ công nghiệp, ưu đãi về thuế và cung cấp tài chính cho đổi mới.

Một nền tảng vững mạnh sẽ hỗ trợ việc ứng dụng KH&ĐT vào phát triển trong 3 lĩnh vực chiến lược, cụ thể là, 1) xã hội và cộng đồng địa phương, 2) nền kinh tế, và 3) năng lượng và môi trường với mục tiêu cuối cùng là có một xã hội chất lượng và một nền kinh tế bền vững với đổi mới xanh. Sức mạnh KH&ĐT sẽ giúp quốc gia này đối phó với các vấn đề khẩn cấp và những thách thức trong tương lai, chẳng hạn như xã hội già hóa, sự chênh lệch xã hội, toàn cầu hóa, chủ nghĩa khu vực, biến đổi khí hậu, an ninh nước - thực phẩm - năng lượng, và các bệnh mới xuất hiện.

▪ ***Cải thiện các điều kiện khung cho đổi mới sáng tạo***

Hoạt động ĐMST của Thái Lan yêu cầu liên tục quan tâm đến các điều kiện khung như nâng cao việc cung cấp và chất lượng của

nguồn nhân lực; các điều kiện cung cấp tài chính cho ĐMST (nhất là các DNNVV); hoạt động doanh nghiệp và đầu tư vào hạ tầng mạng lưới như viễn thông, giao thông và điện. Năm 2014, Công viên Khoa học Thái Lan đã được mở rộng (Cụm lồng ấp 2) và năm 2016 được thiết kế trở thành nền tảng của Trung tâm Sáng tạo Thực phẩm, một trong những sáng kiến siêu cụm được Chính phủ hình thành. Việc thu hẹp sự chênh lệch trong phát triển kinh tế giữa các vùng vẫn là một thách thức lớn của Thái Lan. Phần lớn FDI cũng như các nguồn lực công và tư có xu hướng tập trung vào các trung tâm KH&CN hướng vào xuất khẩu trong vùng thủ đô Bangkok, nơi tập trung tài chính, nhân lực và tri thức lớn nhất đất nước.

Từ năm 2014, các Công viên khoa học vùng được thành lập để bổ sung cho Công viên Khoa học Thái Lan. Chúng được xây dựng dựa trên các đặc thù kinh tế vùng, ví dụ như công nghiệp điện tử ở miền Bắc, thực phẩm và ô tô ở miền Trung, hóa dầu ở miền Đông, và công nghiệp cao su/nông nghiệp ở miền Nam đất nước. Hành lang ĐMST kinh tế phía Đông (EECi) đang được phát triển dưới sự hậu thuẫn của Bộ Khoa học và Công nghệ và mở ra một hệ sinh thái hoàn chỉnh cho ĐMST. Dự án này nhằm phát triển hạ tầng then chốt để đẩy mạnh hợp tác giữa Chính phủ - công nghiệp - trường đại học và sẽ gồm có Phòng thí nghiệm Sự sống, Phòng thí nghiệm Chế tạo và Cơ sở băng thử nghiệm khuôn đúc cát. Tại đây sẽ áp dụng quản lý chuỗi cung ứng thông minh từ đầu cuối đến đầu cuối để kết nối và tích hợp công nghiệp Thái Lan với thị trường thế giới, làm cho EECi trở thành trung tâm đầu tư các công nghệ thông minh.

▪ ***Khuyến khích ĐMST kinh doanh và hoạt động doanh nghiệp sáng tạo***

Đầu tư NC&PT của khu vực doanh nghiệp Thái Lan tăng 360% trong giai đoạn 2008 - 2014 với trọng tâm hướng vào lĩnh vực chế tạo. Tuy nhiên, tỷ trọng chi NC&PT doanh nghiệp trong GDP của Thái Lan vẫn còn thấp xa so với các nước phát triển. Ưu đãi thuế và các phiếu (voucher) ĐMST là những công cụ chính sách quan trọng tài trợ cho NC&PT doanh nghiệp. Cải cách thuế gần đây nâng mức giảm

thuế tối đa đối với chi NC&PT và ĐMST từ 200% lên 300%. Tương tự, Trung tâm Hỗ trợ NC&PT doanh nghiệp (CRDC-FC) hướng tới tạo điều kiện thuận lợi cho đầu tư cho NC&PT của các công ty tư nhân. Trung tâm được thành lập năm 2015 với sự hợp tác của Văn phòng Chính sách KH&CN và ĐMST (STI Office). Các hoạt động chính của Trung tâm bao gồm i) phát triển nguồn nhân lực; ii) tiếp nhận và chuyển giao công nghệ; iii) quản lý tài sản trí tuệ; iv) khai thác sự hỗ trợ và các sáng kiến của Chính phủ; và v) cung cấp không gian, công cụ và phương tiện cho NC&PT để kích thích các công ty đa quốc gia đầu tư cho NC&PT. Năm 2016, loạt sự kiện "Thái Lan Khởi nghiệp 2016" được triển khai để tạo nguồn cảm hứng cho các doanh nhân mới từ các sinh viên đại học, cao đẳng đến các nông dân và những nhà điều hành doanh nghiệp. Chính phủ đã triển khai các quy định cho các startup với các sáng kiến thu hút doanh nhân và các nhà đầu tư trên toàn cầu. Chương trình mua sắm của Chính phủ ủng hộ sáng tạo địa phương là một sáng kiến khác để thúc đẩy ĐMST trong khu vực doanh nghiệp địa phương. Bộ Khoa học và Công nghệ đã xây dựng một hệ thống để đánh giá và thông qua các đề xuất thương mại hóa các sản phẩm địa phương.

▪ ***Nâng cao quản trị chính sách và hệ thống ĐMST***

Cho đến gần đây, việc quản trị các chính sách khoa học và ĐMST bao gồm vô số cơ quan hành chính chồng chéo và không có sự phân định trách nhiệm rõ ràng (Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia (NRC), Ủy ban Chính sách Khoa học, Công nghệ và ĐMST Quốc gia, Viện nghiên cứu KH&CN (TISTR), Cục Phát triển KH&CN Quốc gia (NSTDA,...). Do vậy, Chính phủ đã tiến hành Chương trình Cải tổ Quản trị KH&CN&ĐM vào năm 2016 với 3 mục tiêu chính: i) xem xét lại hệ thống quản lý KH&CN&ĐM và NC&PT; ii) đưa KH&CN&ĐM và NC&PT vào kế hoạch phát triển quốc gia; iii) áp dụng hệ thống cấp ngân sách dựa trên lịch trình. Kết quả là Hội đồng Chính sách Nghiên cứu và ĐMST Quốc gia được thành lập tháng 10 năm 2016 như một cơ quan duy nhất đưa ra định hướng chính sách cho nghiên cứu và ĐMST và việc triển khai chúng. Văn phòng KH&CN&ĐM và Hội đồng Nghiên cứu Quốc gia Thái Lan cùng chia sẻ vai trò thư ký của Hội đồng mới này.

▪ ***Các lĩnh vực ưu tiên***

Theo Thailand 4.0, mười lĩnh vực công nghiệp "đặc trưng" ("S-Curve") đã được xác định để tạo nên các nền tảng công nghiệp tương lai cho nền kinh tế dựa vào tri thức của Thái Lan. Theo thứ tự ưu tiên, các ngành công nghiệp thâm dụng kỹ năng thay thế cho các ngành thâm dụng lao động trước đó, nâng cao năng suất và sức cạnh tranh của đất nước. Sự tiếp cận công nghiệp đặc trưng bao gồm nâng cấp 5 ngành công nghiệp hiện hữu là ô tô, điện tử thông minh, y học và du lịch, nông nghiệp và công nghệ sinh học, công nghiệp chế biến thực phẩm. Ngoài ra, 5 lĩnh vực công nghiệp mới sẽ được thúc đẩy để tạo ra "Đặc trưng mới" của Thái Lan gồm: i) người máy, ii) hàng không và hậu cần, iii) nhiên liệu sinh học và hóa sinh, iv) công nghiệp kỹ thuật số, v) y học.

Thái Lan đã xây dựng các biện pháp thúc đẩy đầu tư và phát triển nguồn nhân lực để thúc đẩy sự phát triển của 10 lĩnh vực công nghiệp này.

▪ ***Nâng cao kỹ năng và tổng thể nguồn nhân lực nói chung***

Mặc dù trong hai thập niên qua, Chính phủ Thái Lan đã cải cách và nâng cao hệ thống giáo dục, tỷ lệ chi tiêu cho giáo dục đại học trong GDP của Thái Lan vẫn thấp so với các nước phát triển. Tỷ lệ người trưởng thành có bằng đại học thấp và điểm khoa học thấp ở thiếu niên cho thấy Thái Lan cần xem xét lại công tác giáo dục để đáp ứng nhu cầu lao động KHCN có kỹ năng đang tăng cao. Đồng thời nhu cầu nhân viên NC&PT trong khu vực tư nhân đã tăng 400% trong giai đoạn 2008 - 2014. Chính phủ hướng tới việc cải thiện nguồn nhân lực nói chung và kỹ năng thông qua các chính sách và chương trình cụ thể như Chính sách Phát triển lực lượng lao động và Giáo dục STEM, Chương trình Giáo dục kép, Chương trình Học kết hợp với làm việc và Chương trình Phát triển kỹ năng. Được Văn phòng KHCN&ĐM quản lý, Chương trình Di chuyển nhân tài là một nền tảng quốc gia để điều phối và tăng tính di động của các nhân viên nghiên cứu giữa khu vực công và tư nhân. Từ khi bắt đầu năm 2013, Chương trình Di chuyển nhân tài đã hỗ trợ việc di chuyển 240 nhà nghiên cứu và 157

sinh viên, làm việc với 127 dự án và tổng cộng 111 công ty đã tham gia chương trình vào giữa năm 2016.

Cục Sáng tạo Quốc gia do Bộ Khoa học và Công nghệ thành lập đã thúc đẩy văn hóa sáng tạo quốc gia và nâng cao nhận thức về tầm quan trọng của ĐMST ở tất cả các cấp trong xã hội Thái Lan. Cục Sáng tạo quốc gia đã phát triển các chương trình quản lý ĐMST, nhằm phát triển hơn nữa việc quản lý hệ thống ĐMST trong các khu vực giáo dục, công và tư nhân thông qua việc phối hợp với các cơ sở đại học. Ngoài ra, Văn phòng KHCN&ĐM đã phát triển Chương trình Đại học Kinh doanh để tăng cường các kỹ năng kinh doanh của sinh viên tốt nghiệp với mục đích nâng cao năng lực doanh nghiệp của Thái Lan để tăng số lượng và chất lượng startup. Tháng 9/2016, 30 trường đại học hàng đầu đã tham gia chương trình.

KẾT LUẬN

Xã hội già hóa, biến đổi khí hậu, thách thức về sức khỏe và số hóa ngày càng tăng, cùng với các yếu tố khác được dự báo sẽ định hình các chương trình nghị sự NC&PT trong tương lai, về cả phạm vi lẫn quy mô của nhu cầu đổi mới sáng tạo. Các thị trường mới có khả năng hình thành, tạo ra các nhu cầu kỹ năng mới, các cơ hội tăng trưởng và việc làm mới. Các cách tiếp cận mới đối với tăng trưởng bền vững, như thông qua kinh tế tuần hoàn, đang tiến triển nhanh.

Tốc độ phát triển kinh tế nhanh chóng tại các nền kinh tế mới nổi, cùng với các hoạt động xuyên biên giới của các tập đoàn đa quốc gia và sự phân mảnh rộng hơn trong các chuỗi giá trị toàn cầu, cũng sẽ tạo thuận lợi cho phân bố rộng hơn các hoạt động KHCN&ĐM trên khắp hành tinh. Cạnh tranh toàn cầu về nhân tài và nguồn lực chắc chắn sẽ gia tăng, cũng như việc sáng tạo và phổ biến tri thức mới. Các trung tâm xuất sắc hiện tại có thể hưởng lợi từ cuộc cạnh tranh này, thu hút nhiều hơn nữa các nguồn lực và nhân tài tốt nhất, điều đó gây bất lợi cho những nơi kém cạnh tranh hơn.

Tuy nhiên, các hoạt động KHCN&ĐM có thể phải đối mặt với những hạn chế về nguồn lực. Có khả năng sự tăng trưởng chưa đủ ở các nền kinh tế phát triển và mới nổi, cũng như sự cạnh tranh nguồn lực giữa các vấn đề ưu tiên và các chương trình nghị sự chính sách có thể gây hạn chế nguồn tài chính sẵn có. Điều này có thể ảnh hưởng đến vai trò của KHCN&ĐM trong việc giải quyết những thách thức trong tương lai. Tương tự, dân số già hóa cùng với những thay đổi trong mẫu hình di cư sẽ dẫn đến những hậu quả không chắc chắn đối với tính khả dụng của kỹ năng KHCN&ĐM.

Các xu hướng lớn đặt ra các vấn đề cấp bách đòi hỏi sự phản ứng chính sách, nhưng khả năng can thiệp của chính phủ có thể sẽ phải đối mặt với những trở ngại lớn, bao gồm nợ công cao, các mối đe dọa an ninh quốc tế gia tăng, khả năng xói mòn sự gắn kết xã hội và sự hình thành các nhà hoạt động có thể lực ngoài nhà nước sẽ là

những khó khăn thách thức thẩm quyền và năng lực hành động của chính phủ.

Định hướng của tác động không phải là một chiều và sự phát triển STI sẽ quyết định bản chất năng động của các xu hướng lớn và đưa ra các giải pháp cho những thách thức mà các xu hướng mang đến. Có thể thấy toàn cầu hóa đang được thúc đẩy bởi những tiến bộ về các công nghệ truyền thông và vận tải; tăng trưởng thu nhập trong tương lai sẽ ngày càng bị chi phối bởi phát triển KHCN&ĐM; kết quả cải thiện về sức khỏe và sự gia tăng tuổi thọ phụ thuộc rất nhiều vào những đổi mới công nghệ y học. Đó là một trong số những tác động có lợi của KHCN&ĐM, nhưng cũng có thể có những tác động tiêu cực. Ví dụ, phát triển KHCN&ĐM có thể làm trầm trọng thêm sự bất bình đẳng nếu không chú ý đầy đủ đến việc truyền bá kiến thức và trang bị các kỹ năng rộng hơn; sự phát triển trí tuệ nhân tạo và công nghệ robot làm tăng mối quan tâm về cơ hội việc làm trong tương lai.

Mặc dù các công nghệ then chốt và mới nổi đều có phạm vi rộng về nguồn gốc xuất xứ và ứng dụng tiềm năng, nhưng có thể rút ra một số tác động chung liên quan trực tiếp đến chính sách KHCN&ĐM như sau:

- Các công nghệ then chốt và mới nổi được dự đoán sẽ có những tác động rộng lớn trong một loạt các lĩnh vực ứng dụng, mà nhiều trong số đó không thể dự đoán trước được. Những tác động này sẽ bị chi phối bởi một loạt các yếu tố phi công nghệ, bao gồm xã hội già hóa, biến đổi khí hậu, phát triển kinh tế và chính trị và những thay đổi về các ưu đãi xã hội. Công nghệ đồng tiến hóa với xã hội, điều đó làm cho nhiều thay đổi công nghệ - đặc biệt là thay đổi mang tính phá hủy - là không thể dự đoán trước. Sự không chắc chắn này đòi hỏi một quan điểm chính sách mở cửa và linh hoạt và nếu các nguồn lực cho phép nó sẽ hỗ trợ cho sự phát triển và ứng dụng công nghệ đa dạng. Tính đa dạng không chỉ làm lan rộng rủi ro và cơ hội mà còn tạo dựng năng lực tiếp thu để khai thác các nghiên cứu và công nghệ phát triển ở những nơi khác. Đồng thời, việc liên tục thu thập, rà soát thông tin, sự hợp tác giữa các nhà hoạch định chính sách và các bên tham gia khác trong hệ thống đổi mới sáng tạo có thể cải thiện năng lực điều

chính sách của chính phủ và giúp thúc đẩy tính hoạt động của hệ thống.

- Các công nghệ then chốt thường phụ thuộc vào các công nghệ “tạo khả năng” khác để phát triển và khai thác trong tương lai. Công nghệ tạo khả năng phổ biến nhất hiện nay là công nghệ thông tin và truyền thông. Bốn trong số các công nghệ then chốt và mới nổi được đề cập đến trong tài liệu này là IoT, phân tích dữ liệu lớn, trí tuệ nhân tạo và blockchain - đang phát triển mạnh và trong tương lai gần sẽ thâm nhập khắp mọi nơi nhờ vào công nghệ thông tin và truyền thông. Ngoài ra, những phát triển của sáu công nghệ chủ chốt khác được đề cập đến cũng chủ yếu là nhờ vào sự tiến bộ của thông tin và truyền thông cùng với những tiến bộ trong các công nghệ khác. Hội tụ và kết hợp công nghệ là những đặc điểm quan trọng của sự phát triển công nghệ và có thể được hỗ trợ bởi các không gian thể chế liên ngành - ví dụ như để thực hiện NC&PT và đào tạo kỹ năng. Trong khi nhiều nước OECD ngày càng hỗ trợ các không gian như vậy, vẫn còn phải huy động nhiều nỗ lực hơn để vượt qua những cơ chế tổ chức và thể chế đơn ngành trong tài trợ và thực hiện NC&PT, điều đó gây kiềm chế các sáng kiến đa ngành.

- Nghiên cứu trong khu vực công đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển các công nghệ trọng điểm và mới nổi. Nghiên cứu trong khu vực công tạo ra tri thức mới làm nền móng cho các công nghệ mới nổi và thường góp phần phát triển nguyên mẫu và giới thiệu. Cũng quan trọng như vậy, nghiên cứu trong khu vực công ươm tạo nhiều kỹ năng cần thiết để phát triển và khai thác các công nghệ mới nổi. Vì vậy đầu tư đủ cho nghiên cứu công là điều quan trọng để hiện thực hóa những lợi ích của các công nghệ mới nổi đối với tăng trưởng và phúc lợi tương lai.

- Nhờ những tiến bộ trong CNTT, cùng với sự giảm mạnh chi phí cho thiết bị và các phương tiện thí nghiệm, các cộng đồng và người dân ngày càng tham gia vào việc phát triển và khai thác một số công nghệ chủ chốt và mới nổi như blockchain, sinh học tổng hợp và chế tạo đắp dần. Việc mở cửa nghiên cứu, đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp kinh doanh theo cách này đang được hoan nghênh rộng rãi và

một số nước OECD đang thiết kế các khuôn khổ chính sách hỗ trợ. Đồng thời, sự tham gia của người dân cũng đặt ra nhiều vấn đề về quản lý, ví dụ như xoay quanh việc bảo vệ sức khỏe và an toàn (điều này đặc biệt cần thiết trong lĩnh vực sinh học tổng hợp, nơi có truyền thống DIY khoa học đang phát triển nhanh) và quyền sở hữu trí tuệ (điều này được chú ý đặc biệt trong các thảo luận về chế tạo đắp dần). Trên thực tế, các chính phủ cần phải thường xuyên điều chỉnh các quy định hoặc soạn thảo các quy định mới để quản lý sự phát triển và ứng dụng nhiều công nghệ mới nổi, bất kể có sự tham gia của công dân hay không. Với tốc độ thay đổi công nghệ nhanh chóng, đây rõ ràng là một thách thức, nhưng nhiều chính phủ có thể cải thiện thông tin cảnh báo về các vấn đề quản lý tương lai, điều này sẽ giúp họ chuẩn bị tốt hơn để hành động nhanh chóng và quyết đoán hơn.

- Các công nghệ mới nổi mang một số rủi ro và không chắc chắn, làm nảy sinh nhiều vấn đề đạo đức quan trọng. Điều này đòi hỏi khả năng quản lý bao quát, toàn diện và lường trước về thay đổi công nghệ, trong đó bao gồm đánh giá các lợi ích, chi phí và chủ động định hướng lộ trình phát triển và khai thác trong tương lai. Những cải tiến trong quản lý như vậy vẫn chưa được phát triển ở hầu hết các nước OECD, mặc dù điều này có thể sẽ thay đổi trong vài năm tới với mối quan tâm chính sách ngày càng tăng về “nghiên cứu và đổi mới sáng tạo có trách nhiệm” (Responsible Research and Innovation - RRI). Những cải tiến về quản lý có kết hợp các yếu tố RRI là cần thiết để cân nhắc các quan điểm khác nhau trong việc đánh giá lộ trình công nghệ mới nổi trong tương lai.

- Các nỗ lực nghiên cứu và đổi mới sáng tạo xung quanh các công nghệ chủ chốt và đang nổi ngày càng có phạm vi phân bố trên toàn thế giới và thường được hưởng lợi từ hợp tác quốc tế. Điều này có nghĩa là việc quản lý các công nghệ mới nổi và việc sử dụng chúng, ví dụ như thông qua các quy định và các hiệp định, đang ngày càng trở thành vấn đề phối hợp quốc tế. Các tổ chức như OECD có thể cung cấp các diễn đàn hữu ích để các nước hợp tác và điều phối trong lĩnh vực này.

- Các thực hành cảnh báo công nghệ cho thấy, phát triển công nghệ mang tính cạnh tranh mạnh mẽ, nhiều nước đang đầu tư những nguồn lực lớn cho nghiên cứu và đổi mới sáng tạo trong các lĩnh vực công nghệ tương tự. Cạnh tranh không chỉ tập trung vào các giải pháp kỹ thuật, mà còn về các mô hình kinh doanh, các nền tảng và tiêu chuẩn, đặc biệt ở cấp doanh nghiệp, nơi mà “lợi thế người dẫn đầu” có thể tạo nên sự khác biệt giữa thành công và thất bại. Các chính phủ muốn hỗ trợ các ngành công nghiệp mới xung quanh các công nghệ đang nổi sẽ cần nhìn xa hơn chức năng NC&PT để đánh giá đúng giá trị của sự năng động ở tầm cỡ ngành, rộng hơn cấp doanh nghiệp để đóng góp cho sự thành công của họ.

Nhiều chính phủ, trong và ngoài OECD đang phải đối mặt với những thách thức kinh tế và xã hội chưa từng thấy và đã coi KHCN&ĐM như một phần của phản ứng chính sách. Dữ liệu mới từ các cuộc điều tra của EC/OECD về chính sách KHCN&ĐM cho thấy rằng, các chính phủ đã đặc biệt tập trung vào sự chú ý và hành động chính sách trong những năm gần đây nhằm giải quyết các vấn đề kinh tế cấp bách và xây dựng các chính sách có hiệu quả và có trách nhiệm hơn. Trong bối cảnh nền kinh tế tăng trưởng chậm và điều kiện ngân sách thắt chặt, nhiều chính phủ đã chuyển sự chú ý và hỗ trợ từ nghiên cứu công sang đổi mới kinh doanh và tinh thần khởi nghiệp, nhằm thúc đẩy khả năng phục hồi mạnh mẽ và bền vững của các doanh nghiệp. Các nỗ lực cũng đã được thực hiện để tăng cường năng lực đánh giá chính sách quốc gia nhằm nâng cao hiệu quả và định hướng tốt hơn các chính sách KHCN&ĐM vào các mục tiêu xã hội.

Các khía cạnh đạo đức và xã hội của STI đang ngày càng được phản ánh trong xây dựng chính sách RRI. Các nguyên tắc RRI đã được đưa vào các chương trình chính sách, chương trình tài trợ và kế hoạch quản lý, lồng ghép vào các cân nhắc về mặt đạo đức và xã hội trong quá trình đổi mới sáng tạo. Hỗ trợ chính sách RRI là phức tạp, vì nhiều công cụ chính sách cần được huy động ở các giai đoạn khác nhau của chu trình chính sách để đạt được nhiều mục tiêu chiến lược. Trên thực tế, hầu hết các nỗ lực chính sách gần đây đã cố gắng thúc đẩy cách tiếp cận toàn diện về quản lý, chỉ rõ các định hướng mới của quốc gia, cung cấp các cơ sở hạ tầng và các ưu đãi cho nghiên cứu liên

ngành và khoa học mở và mở rộng phạm vi kỹ năng cũng như văn hóa đổi mới sáng tạo.

Trên phạm vi toàn cầu, trong những năm gần đây, hành động chính sách KH&ĐT cũng đã có sự thay đổi không đáng kể về trọng tâm, hình thức và mục tiêu. Trong giai đoạn 2014 - 2016, chính phủ các nước đặc biệt chú trọng đến các lĩnh vực chính sách, bao gồm:

- (1) Cấp kinh phí cho đổi mới doanh nghiệp và tinh thần khởi nghiệp, đặc biệt là lập lại mô hình của hỗn hợp chính sách và tăng cường hỗ trợ cho DNNVV, quốc tế hóa loại hình doanh nghiệp này;
- (2) Chính sách nghiên cứu công, đặc biệt là hợp lý hóa chi công và cải cách để khuyến khích nghiên cứu liên ngành và khoa học mở;
- (3) Chính sách kỹ năng đảm bảo nguồn cung cấp nhân tài trong tương lai và xây dựng văn hóa đổi mới;
- (4) Cải thiện quản trị chính sách KH&ĐT theo hướng chú trọng đánh giá chính sách và xây dựng chính sách RRI.

Chính phủ với vai trò là nhà tài trợ chính và định hình nghiên cứu công, có khả năng tác động đến các hệ thống khoa học toàn cầu và quốc gia. Các hệ thống nghiên cứu công được định hình bởi nhiều xu hướng lớn và xu hướng công nghệ. Chẳng hạn, những thách thức môi trường và y tế về cơ bản sẽ chi phối nội dung của các chương trình nghiên cứu trong tương lai, trong khi sự thay đổi công nghệ, đặc biệt là số hóa phát triển mạnh sẽ ảnh hưởng đến phương thức thực hiện nghiên cứu. Bên cạnh đó, các hệ thống nghiên cứu có động lực xu hướng cụ thể, ví dụ về kinh phí nghiên cứu, địa điểm, phương thức thực hiện nghiên cứu và các con đường nghiên cứu. Mặc dù rõ ràng xu hướng nghiên cứu cụ thể bị ảnh hưởng bởi các xu hướng lớn và xu hướng công nghệ, nhưng động lực của chúng cũng được định hình bởi cơ cấu tổ chức quản lý đặc thù cho các hệ thống nghiên cứu công. Yếu tố định hình khác là những nguồn lực được tích lũy trước đây bao gồm tài sản hữu hình, vô hình và cả nguồn nhân lực. Tóm lại, cơ cấu tổ chức quản lý cũng như nguồn lực giúp xác định các động lực của xu hướng nghiên cứu công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. OECD *Science, Technology and Industry Outlook 2016*
2. OECD (2015a), “Making open science a reality”, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 25, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5jrs2f963zs1-en>.
3. OECD (2015b), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard: Innovation for growth and society*, OECD Publishing, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2015-en and www.oecd.org/sti/scoreboard (accessed 17 July 2016).
4. OECD (2015c), “Scientific Advice for Policy Making: The Role and Responsibility of Expert Bodies and Individual Scientists”, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 21, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5js3311jcpwb-en>.
5. OECD (2016f), *OECD Research and Development Statistics (RDS) Database*, April, www.oecd.org/sti/rds;
6. OECD (2016g), *OECD-NESTI data collection on R&D tax incentives*, July, www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm
7. EC (European Commission) (2013), *Horizon 2020: The EU Framework Programme for Research and Innovation*, <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>.
8. ECB (European Central Bank)(2016), *Survey on the Access to Finance of Enterprises (SAFE)*, April, www.ecb.europa.eu/stats/money/surveys/sme/html/index.en.html.
9. European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS) (2015), “Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?”, <http://europa.eu/espas/pdf/espas-report-2015.pdf>.
10. IMF (International Monetary Fund) (2016), *World Economic Outlook*, April, www.imf.org/external/datamapper/index.php.

11. Auriol, L., M. Misu and R.A. Freeman (2013), “*Careers of Doctorate Holders: Analysis of Labour Market and Mobility Indicators*”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2013/04, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/5k43nxgs289w-en>.
12. Cervantes, M., S. Kergroach and A. Nieto (forthcoming), “*Research careers: International perspectives from the EC/OECD International Database on STI Policies*”, OECD Directorate for Science, Technology and Innovation Policy Papers, OECD Publishing, Paris.
13. McKinsey Global Institute. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. McKinsey & Company 2013.

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THẾ GIỚI **NHỮNG XU HƯỚNG MỚI**

Chịu trách nhiệm xuất bản

PHÓ GIÁM ĐỐC

ThS. VÕ TUẤN HẢI

Biên tập: VŨ MINH HUYỀN
Sửa bản in: NGUYỄN THU TRANG
Họa sỹ bìa: ĐẶNG NGUYỄN VŨ

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 024 3942 2443 Fax: 024 3822 0658

Email: nxbkhkt@hn.vnn.vn

Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh

ĐT: 028 3822 5062

In 500 bản, khổ 16 × 24 cm, tại Công ty Cổ phần In Hà Nội.
Địa chỉ: 56A Phan Văn Trị, Quốc Tử Giám, quận Đống Đa, Hà Nội.
Số ĐKXB: 4459-2018/CXBIPH/1-139/KHKT.
Quyết định XB số: 153/QĐ-NXBKHK, ngày 05/12/2018.
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2018.
Mã ISBN: 978-604-67-1179-7