

GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ ĐÔ THỊ: KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VÀ LỰA CHỌN CỦA NGƯỜI DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI

Nguyễn Công Thành

Khoa Môi trường và Đô thị, Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: thanhnc@neu.edu.vn

Nguyễn Diệu Hằng

Khoa Môi trường và Đô thị, Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: hangnd@neu.edu.vn

Lê Thu Hoa

Khoa Môi trường và Đô thị, Trường Đại học Kinh tế Quốc dân

Email: hoalethu@neu.edu.vn

Ngày nhận: 24/8/2018

Ngày nhận bản sửa: 10/10/2018

Ngày duyệt đăng: 05/11/2018

Tóm tắt:

Ô nhiễm không khí đã và đang là mối quan ngại lớn đối với người dân Hà Nội. Trên cơ sở phân tích kinh nghiệm áp dụng các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí được áp dụng tại các đô thị trên thế giới, nhóm nghiên cứu lựa chọn các giải pháp đạt hiệu quả giảm thải, cải thiện sức khỏe và lợi ích kinh tế để thiết kế khảo sát với 403 người dân Hà Nội, nhằm tìm hiểu giải pháp mà người dân mong muốn ưu tiên áp dụng. Mô hình Probit đa chiều được sử dụng để tìm hiểu về sự tương thích giữa lựa chọn giải pháp với đặc điểm của người dân. Kết quả mô hình cho thấy lựa chọn của người dân phù hợp với điều kiện, nhu cầu thực tế của họ, như độ tuổi, khả năng chi trả, thời gian tham gia giao thông và cảm nhận về khả năng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm không khí. Các lựa chọn phát triển hệ thống cây xanh, nhiên liệu ít gây ô nhiễm, và hệ thống giao thông công cộng là những giải pháp có hiệu quả và được người dân Hà Nội ủng hộ.

Từ khóa: Ô nhiễm không khí; mô hình Probit đa chiều; Hà Nội

Mã JEL: Q53, Q58

Measures to Reduce Urban Air Pollution: International Experiences and Hanoi Residents' Preferences

Abstract:

Air pollution has been a major concern for Hanoi residents. Based on an examination of a range of solutions applied in the world, we designed a list of solutions using their effectiveness, health improvement and economic benefits. These solutions were used in a survey of 403 Hanoi residents, with the aim of understanding policy preferences of Hanoi residents. Multivariate probit model was applied to examine consistency between the choices of Hanoi residents and their characteristics. The model results indicate that the residents' choices appear to be consistent with their characteristics and needs, such as age, financial affordability, time on roads and their perceived severity of consequences of air pollution. Measures of developing urban tree system, using less polluting fuels, and expanding public transportation are effective and supported by Hanoi residents.

Keywords: Air pollution, Multivariate probit model, Hanoi.

JEL code: Q53, Q58

1. Giới thiệu

Ô nhiễm không khí (ÔNKK) đang là vấn đề môi trường được quan tâm hàng đầu ở các đô thị trên thế giới. Theo cơ sở dữ liệu về ô nhiễm không khí của Tổ chức y tế thế giới (WHO) năm 2018¹, hơn 80% người dân tại các đô thị đang phải sống trong bầu không khí không đạt mức tiêu chuẩn khuyến nghị của WHO. Tại Việt Nam, ô nhiễm không khí do bụi đang là một vấn đề môi trường nổi cộm tại các đô thị lớn (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2017). Cơ sở dữ liệu về ô nhiễm không khí của WHO năm 2018 cho thấy nồng độ bụi tại Hà Nội luôn cao hơn các thành phố khác của Việt Nam, như thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Hạ Long. Năm 2009, ô nhiễm do khí thải bụi từ các phương tiện giao thông tại Hà Nội làm số ca tử vong tăng thêm 3.200 người, lớn hơn số ca tử vong do tai nạn giao thông (Hieu & cộng sự, 2013).

Tháng 6/2016, Chính phủ Việt Nam đã ban hành Kế hoạch Hành động Quốc gia về Quản lý Chất lượng Không khí đến năm 2020 nhằm kiểm soát nguồn thải và theo dõi chất lượng không khí xung quanh. Trong thời gian qua, thành phố Hà Nội đã nỗ lực triển khai các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí như thí điểm xe buýt dùng khí nén CNG, trồng 1 triệu cây xanh đến 2020, lắp đặt thêm các trạm quan trắc không khí. Tuy nhiên, ô nhiễm không khí vẫn đang là mối quan ngại lớn của người dân Hà Nội, đòi hỏi nhiều giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí hiệu quả hơn.

Bài viết này sẽ giới thiệu các giải pháp mà các đô thị trên thế giới đã áp dụng, rà soát hiệu quả giảm thải, cải thiện sức khỏe người dân, và giá trị lợi ích xã hội của mỗi giải pháp. Từ kết quả phân tích các kinh nghiệm quốc tế, khảo sát ý kiến người dân Hà Nội đã được thực hiện nhằm tìm hiểu giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí mà người dân mong muốn ưu tiên thực hiện. Trên cơ sở áp dụng mô hình Probit đa chiều, sự tương thích giữa lựa chọn về giải pháp với đặc điểm của người dân được phân tích để hiểu hơn về quyết định lựa chọn của người dân. Thảo luận về một số giải pháp phù hợp với Hà Nội được trình bày trong phần cuối bài viết.

2. Thực trạng ô nhiễm không khí ở Hà Nội

Thủ đô Hà Nội đang phải đối mặt với vấn đề ô nhiễm không khí ngày càng đáng lo ngại. So với các thành phố khác của Việt Nam, vấn đề ô nhiễm không khí, đặc biệt là ô nhiễm bụi tại Hà Nội được đánh giá là nghiêm trọng hơn (Luong & cộng sự, 2017).

Nguồn gây ô nhiễm không khí ở Hà Nội bao gồm khí thải từ các phương tiện giao thông, hoạt động xây dựng, hoạt động dân sinh, hoạt động sản xuất công nghiệp... Theo đánh giá của Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 70% lượng khói bụi gây ô nhiễm không khí tại Hà Nội là do hoạt động giao thông (Khung 2.1, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2017).

Ô nhiễm bụi là một trong những vấn đề môi trường nổi cộm nhất ở Hà Nội. Bụi PM (viết tắt cho *Particulate Matter*) là một hỗn hợp các hạt vật chất rắn và lỏng trong không khí. PM10 là loại bụi có đường kính nhỏ từ 10 μm trở xuống, còn PM2,5 là bụi mịn có đường kính từ 2,5 μm trở xuống. Theo Blume & cộng sự (2017), Thur & Blume (2018), nồng độ bụi PM2,5 trung bình năm 2016 tại địa điểm quan trắc Đại sứ quán Mỹ (số 7 Láng Hạ, Quận Ba Đình) đạt đến 50,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, năm 2017 là 42,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn nhiều so với quy chuẩn quốc gia (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) và so với khuyến nghị của WHO (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Các dạng khí thải CO, NO₂, SO₂, O₃ có nguồn phát sinh chủ yếu từ phương tiện giao thông cơ giới, nên các khu vực có mật độ giao thông cao là nơi có nồng độ ô nhiễm cao nhất. Theo Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia năm 2016, nồng độ các chất ô nhiễm CO, NO₂, SO₂ trong không khí Hà Nội vẫn nằm trong giới hạn của QCVN 05:2013. Tuy nhiên, nồng độ NO₂ có xu hướng tăng trong các năm gần đây. Nồng độ CO thường tăng cao vào giờ cao điểm. Ví dụ, số liệu tại Trạm quan trắc Nguyễn Văn Cừ (Gia Lâm, Hà Nội) năm 2015 cho thấy nồng độ CO cao nhất trong ngày là lúc 8-9h sáng, lên đến trên 3.500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nồng độ SO₂ trung bình năm cũng ở Trạm Nguyễn Văn Cừ có xu hướng tăng dần, từ dưới 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ năm 2012 đến cao nhất 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ năm 2015, sau đó giảm xuống khoảng 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vào năm 2016.

Tác động sức khỏe do ô nhiễm không khí đối với người dân Hà Nội được coi là nghiêm trọng. Hieu & cộng sự (2013) tính toán số ca tử vong tăng lên do ô nhiễm PM10 từ giao thông năm 2009 là 3.200 người, lớn hơn số ca tử vong do tai nạn giao thông. Trong giai đoạn 2010-2011, hàm lượng PM10, PM2,5 tăng lên 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ thì số ca nhập viện liên quan đến đường hô hấp của trẻ em Hà Nội tăng tương ứng là 1,4%; và 2,2% (Luong & cộng sự, 2017). Trong giai đoạn 2007-2014, nếu hàm lượng NO₂ trung bình trong 7 ngày tăng lên 21,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ thì số ca nhập viện do viêm phổi sẽ tăng lên 6,1% (Nhưng & cộng sự, 2018).

3. Các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí

đô thị trên thế giới

Áp dụng hệ thống tiêu chuẩn khí thải với xe cơ giới

Ở Châu Âu, khí thải từ các phương tiện giao thông đóng góp đáng kể vào ô nhiễm không khí. Vì vậy, trong 20 năm qua, Liên minh châu Âu (EU) đã tích cực thực thi các chính sách kiểm soát mức phát thải từ các phương tiện giao thông. Tiêu chuẩn phát thải của xe cơ giới Euro là giới hạn lượng thải tối đa được phép đối với các phương tiện cơ giới mới được mua bán trong nội bộ các nước EU. Xe không đáp ứng tiêu chuẩn Euro mới không được phép mua bán.

Theo Cơ quan Bảo vệ Môi trường châu Âu (EEA), từ năm 1990 đến 2005, mặc dù lượng nhiên liệu mà các phương tiện giao thông tiêu thụ tăng 26%, nhưng lượng khí thải lại giảm mạnh nhờ áp dụng tiêu chuẩn Euro từ đầu thập niên 1990 (Bảng 1). Lượng khí CO giảm nhiều và tốc độ giảm ổn định trong suốt giai đoạn trên. Đến năm 2005, lượng khí thải CO chỉ bằng 20% so với kịch bản không can thiệp chính sách. NOx còn 60%, bụi PM2,5 còn 40%. Lợi ích về sức khỏe nhờ giảm phơi nhiễm PM2,5 từ các phương tiện giao thông tương đương giảm 1-10% số năm sống bị mất (*Years of life lost - YOLL*) (EEA, 2010).

Phát triển hệ thống giao thông công cộng

Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng hệ thống giao thông công cộng góp phần làm giảm ô nhiễm không khí. Chen & Whalley (2012) nhận thấy hệ thống đường sắt đô thị tốc độ cao Đài Bắc làm hàm lượng CO giảm từ 9 đến 14%. Tại Đức, tần suất hoạt động của hệ thống đường sắt nội đô càng cao thì hàm lượng CO và NOx trong không khí càng giảm (Lalive & cộng sự, 2013). Tương tự, xe bus BRT ở thủ đô Mexico cũng góp phần hiệu quả vào việc giảm NOx, CO và bụi PM2,5 (Bel & Holst, 2015).

Quy hoạch vùng hạn chế/cấm lưu thông một số

loại xe cơ giới có mức phát thải cao

Một trong những giải pháp hạn chế ô nhiễm không khí ở thành phố Porto, Bồ Đào Nha là thiết lập ra “vùng phát thải thấp” (*Low Emission Zone - LEZ*), nơi một số loại phương tiện bị cấm hoặc hạn chế đi vào. Duque & cộng sự (2016) giả định chỉ có các phương tiện đáp ứng tiêu chuẩn Euro 3 trở lên mới được đi vào LEZ và kết luận hàm lượng NO₂ trong không khí ở LEZ giảm đi 3% một năm.

Hạn chế tốc độ xe trong thành phố

Hạn chế tốc độ lưu thông của các phương tiện không chỉ đảm bảo an toàn giao thông, mà còn giúp giảm thiểu ô nhiễm không khí nhờ giảm tiêu thụ nhiên liệu và giảm phát thải. Vùng đô thị Barcelona gồm thành phố Barcelona và 19 thành phố xung quanh áp dụng giới hạn tốc độ xe cơ giới trong đô thị là 80km/h từ năm 2007 (trước đó là 120km/h). Chính sách này giúp giảm 4% tổng lượng thải. Lượng thải các khí thải chính giảm 5-7%, đem lại lợi ích cho 1,35 triệu người (hơn 41% dân số toàn vùng) và có tiềm năng tác động tích cực lên 3,29 triệu người khác (giảm 0,6% tỷ lệ tử vong cho người dân) (Baldasano & cộng sự, 2010).

Hà Lan cũng quy định tốc độ tối đa 80 km/h trong đô thị từ năm 2005. Chính sách này được kiểm soát chặt chẽ bằng camera giám sát kết hợp với hệ thống nhận diện biển số xe và phạt tự động ngay khi xe nào vi phạm giới hạn tốc độ. Keuken & cộng sự (2010) báo cáo ở hai thành phố Amsterdam và Rotterdam, lượng thải NOx giảm trong khoảng 5-30%, còn PM10 giảm trong khoảng 5-25%.

Thu phí lưu thông giờ cao điểm khu vực nội đô

Phí lưu thông giờ cao điểm khu vực nội đô đã được áp dụng ở một số thành phố. London (Anh) áp dụng phí lưu thông giờ cao điểm từ 2003, Stockholm (Thụy Điển) từ 2007. Ngoài ra còn có Copenhagen (Đan Mạch) và Lyon (Pháp). Theo đó, các phương

Bảng 1: Lộ trình áp dụng tiêu chuẩn phát thải Euro của một số loại xe ở EU

Loại phương tiện	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Xe 7 chỗ trở xuống	7/1992	1/1996	1/2000	1/2005	9/2008	9/2013
Xe LCV (Loại N1 nhóm I)	10/1993	1/1996	1/2000	1/2005	9/2009	9/2014
Xe LCV (Loại N1 nhóm II, III)	10/1993	1/1996	1/2001	1/2006	9/2009	9/2015
Xe tải và xe buýt	1992	1995	1999	2005	2007	
Xe máy	2000	2004	2007			

Nguồn: EEA (2010)

Bảng 2: Ước tính mức độ giảm ô nhiễm và lợi ích sức khỏe của cây xanh đô thị ở Mỹ

Chất gây ô nhiễm	Mức độ giảm ô nhiễm (1000 tấn)	Giá trị lợi ích sức khỏe (nghìn USD)
NO ₂	68 (41 – 85)	29.500 (17.650 – 37.930)
PM _{2,5}	27 (4 – 58)	3.127.000 (414.700 – 6.928.000)
SO ₂	33 (20 – 52)	4923 (2864 – 7793)
Tổng	651 (266 – 887)	4.659.000 (985.000 – 8.960.000)

*Ghi chú: số trong ngoặc biểu thị khoảng ước lượng.
Nguồn: Nowak & cộng sự (2014).*

tiện cơ giới phải nộp phí mỗi khi đi qua điểm thu phí khi họ đi vào trung tâm thành phố, trong một số khoảng thời gian theo quy định. Ở Stockholm, mức phí được quy định theo thời gian trong ngày: cao nhất là từ 16h-17h (Schuitema & cộng sự, 2010). Ở London, các phương tiện bốn bánh đi vào trung tâm thành phố (rộng khoảng 22km², chiếm 1,4% diện tích vùng đô thị London) trong khoảng từ 7h đến 18h từ thứ 2 đến thứ 6 hàng tuần phải nộp phí (Atkinson & cộng sự, 2009). Nghiên cứu tại đây cho thấy ở khu vực mà các phương tiện phải nộp phí, PM₁₀ và CO giảm. Tuy nhiên, hàm lượng NO_x không thay đổi đáng kể.

Sử dụng nhiên liệu ít gây ô nhiễm không khí

Có thể giảm các chất thải gây ô nhiễm bằng cách thay đổi nhiên liệu sử dụng trong đun nấu/sưởi ấm và phương tiện giao thông đô thị. Ở các nước đang phát triển, nhiều hộ gia đình ở đô thị vẫn sử dụng các loại bếp dùng nhiên liệu chứa nhiều tạp chất gây ô nhiễm, ví dụ than tổ ong. Tại Trung Quốc, bếp than tổ ong bị cấm từ năm 1996, nhưng chính sách này chưa được thực hiện triệt để. Xu & cộng sự (2018) chỉ ra rằng từ năm 1982 đến 2015, số ca ung thư phổi liên quan đến ô nhiễm từ bếp than tổ ong là 3500 (±1500) ca. Nếu không có lệnh cấm bếp than tổ ong, số ca mắc bệnh có thể lên tới 9290 (±4300); còn nếu cấm được hoàn toàn, số ca mắc bệnh giảm xuống còn 1500 (±620). Nghiên cứu tại 40 nước đang phát triển thuộc châu Phi, châu Á và châu Mỹ Latin cho thấy nếu chuyển sang các nhiên liệu sạch hơn như khí hóa lỏng (LPG), ethanol và biogas thì số năm sống điều chỉnh theo bệnh tật (DALY) của các nước đều tăng lên (Rosenthal & cộng sự, 2018).

Với phương tiện đi lại, để hạn chế tắc nghẽn cũng như giảm chất thải gây ô nhiễm không khí, một số nơi đã sử dụng xe buýt chạy bằng khí nén CNG thay cho dầu diesel. So với xe chạy bằng diesel, xe chạy bằng CNG tạo ra lượng bụi mịn ít hơn, phát thải NO_x

của xe chạy bằng CNG thấp hơn hẳn xe diesel. Tổng lượng giảm thải NO_x từ xe CNG so với xe diesel có thể lên tới 37kg/xe mỗi năm (Lowell, 2013).

Phát triển hệ thống cây xanh đô thị

Phát triển hệ thống cây xanh đô thị là một trong các giải pháp quy hoạch đô thị có tiềm năng cải thiện chất lượng không khí. Ở Strasbourg (Pháp), từ tháng 7/2012 đến tháng 6/2013, cây xanh thuộc khu vực công cộng đã giúp loại bỏ khoảng 88 tấn chất ô nhiễm, trong đó có 1 tấn CO, 14 tấn NO₂, 56 tấn O₃, 12 tấn PM₁₀, 5 tấn PM_{2,5} và 1 tấn SO₂ (Selmi & cộng sự, 2016). Trên toàn nước Mỹ, kết quả ước tính cây xanh giúp ô nhiễm không khí đô thị giảm khoảng 1%, tương đương lợi ích về mặt sức khỏe rất lớn, khoảng 4,7 tỷ USD (xem Bảng 2). Tuy nhiên, việc thiết kế hệ thống cây xanh nhằm đạt hiệu quả giảm khí thải cũng cần được nghiên cứu kỹ lưỡng. Hiệu quả giảm thải không chỉ phụ thuộc vào đặc điểm của hệ thống cây xanh (như chiều cao, tán lá, khoảng cách giữa các cây), mà còn phụ thuộc điều kiện khí tượng (như hướng gió, tốc độ gió) (Janhall, 2015).

4. Lựa chọn giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí của người dân Hà Nội

4.1. Giới thiệu chung về hoạt động khảo sát ý kiến

Ý kiến của người dân là nguồn thông tin quan trọng để có thể thiết kế các chính sách khả thi. Từ kết quả rà soát kinh nghiệm quốc tế, nhóm nghiên cứu đã thiết kế các lựa chọn giải pháp, và thực hiện khảo sát ý kiến người dân Hà Nội về những giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí mà họ mong muốn ưu tiên thực hiện. Trong tháng 5 và tháng 6/2018, hoạt động điều tra đã được thực hiện theo hai hình thức: khảo sát online sử dụng Google Forms² và phỏng vấn trực tiếp. Hai hình thức tiếp cận cùng được sử dụng nhằm thu thập ý kiến rộng rãi của nhiều nhóm dân cư sinh sống tại Hà Nội, trong đó hoạt động

Bảng 3: Thống kê mô tả đặc điểm mẫu điều tra khảo sát ý kiến người dân

Thông số	Toàn mẫu	Phỏng vấn trực tiếp	Khảo sát online
Độ tuổi (năm)	34,8 (12,7)	38,4 (13,4)	30,9 (10,6)
Số năm đi học	15,3 (2,04)	15,4 (2,2)	15,3 (1,85)
Tiền điện hàng tháng (100.000 đồng)	6,57(4,93)	6,90(4,18)	6,21(5,63)
Tỷ lệ hộ gia đình có trẻ em dưới 5 tuổi (%)	31(0,46)	37(0,48)	23(0,42)
Thời gian tham gia giao thông hàng ngày (giờ)	2,08 (1,01)	2,16 (0,99)	1,98 (1,02)
Cảm nhận về mức độ ô nhiễm không khí ^a	4,2 (1,05)	4,3(0,97)	4,1(1,13)
Cảm nhận khả năng bị ảnh hưởng bởi ÔNKK ^a	4,1 (0,72)	4,1 (0,73)	4,2 (0,7)
Số quan sát	403	212	191

Chú thích: Số trong ngoặc là sai số chuẩn; ^aCảm nhận được đo lường dựa trên thang đo Likert từ 1-5.

Nguồn: điều tra của nhóm tác giả.

phỏng vấn trực tiếp tập trung khảo sát đối tượng chịu nhiều ảnh hưởng do ô nhiễm không khí là các hộ gia đình sinh sống gần các trục đường giao thông. Tiêu chí lựa chọn các trục đường giao thông là gần các trạm quan trắc cho thấy nồng độ chất ô nhiễm cao (như Trạm quan trắc tại số 7 Láng Hạ) và các tuyến đường có mật độ giao thông đông đúc tạo ra lượng khí thải lớn. Các hộ gia đình chịu nhiều ảnh hưởng do ô nhiễm không khí được lựa chọn, bởi các câu trả lời của họ được kỳ vọng phản ánh chân thực mong muốn về giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí. Việc tham gia trả lời là tự nguyện, nên người trả lời nhiều khả năng là những người thực sự quan tâm đến vấn đề ô nhiễm không khí, và kỳ vọng lựa chọn của họ về giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí có độ tin cậy cao hơn.³

Tổng số người được khảo sát ý kiến là 403 người, trong đó phỏng vấn trực tiếp 212 người và khảo sát online là 191 người. Với giới hạn về số liệu thống kê, việc kiểm định tính đại diện của mẫu điều tra cho những người dân Hà Nội quan tâm và chịu nhiều ảnh hưởng do ô nhiễm không khí không thể thực

hiện. Vì vậy, người sử dụng kết quả điều tra cần cân nhắc kỹ về đặc điểm mẫu điều tra được trình bày trong Bảng 3.

4.2. Kết quả điều tra

Người được phỏng vấn đã được yêu cầu lựa chọn ba giải pháp ưu tiên thực hiện trong danh mục các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí. Kết quả về các giải pháp mà người dân Hà Nội mong muốn ưu tiên thực hiện được trình bày trong Bảng 4. Cơ bản có sự thống nhất giữa hai hình thức điều tra, nhóm ba giải pháp mà người dân mong muốn ưu tiên thực hiện là: (1) Tăng số lượng cây xanh, (2) Chuyển đổi sử dụng nhiên liệu ít gây ô nhiễm không khí, và (3) Phát triển hệ thống giao thông công cộng.

Để hiểu hơn về lựa chọn của người dân, mô hình Probit đa chiều (Multivariate Probit Model - MPM) được sử dụng nhằm đánh giá sự tương thích giữa quyết định lựa chọn với đặc điểm của người dân. Trong mô hình Probit này, biến phụ thuộc là các lựa chọn về giải pháp của người dân với 2 kết quả là Có (giá trị 1) hoặc Không (giá trị 0) lựa chọn ưu tiên giải

Bảng 4: Tỷ lệ lựa chọn các giải pháp ưu tiên nhằm cải thiện chất lượng không khí

TT	Giải pháp	Toàn mẫu	Phỏng vấn trực tiếp	Điều tra online
1	Tăng số lượng cây xanh	72,7%	76,9%	68,1%
2	Chuyển đổi sử dụng nhiên liệu ít gây ô nhiễm không khí	46,4%	43,9%	49,2%
3	Phát triển hệ thống giao thông công cộng	44,9%	42,5%	47,6%
4	Phát triển hệ thống giám sát chất lượng không khí hiện đại	35,2%	36,3%	34,0%
5	Áp dụng tiêu chuẩn khí thải chặt chẽ đối với các phương tiện giao thông	32,0%	25,9%	38,7%
6	Áp dụng các biện pháp kiểm soát giao thông (như giới hạn tốc độ, hạn chế lưu thông khu vực nội thành....)	11,4%	12,7%	9,9%

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả.

pháp tương ứng. Năm nhóm giải pháp có thứ tự từ 1 đến 5 trong Bảng 4 được đưa vào phân tích⁴. Người trả lời có thể chọn nhiều hơn một giải pháp, vì vậy sẽ có sự tương quan giữa các biến phụ thuộc đại diện cho các giải pháp. Để đưa yếu tố tương quan vào phân tích, mô hình Probit đa chiều đã được áp dụng trên cơ sở học tập kinh nghiệm của Carlsson & cộng sự (2010) và Nguyễn & cộng sự (2015).

Trong mô hình này, hằng số được đưa vào nhằm đại diện cho những yếu tố chưa được quan sát qua các biến độc lập. Các biến độc lập bao gồm “*Cảm nhận về mức độ ô nhiễm không khí*”; “*Cảm nhận khả năng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm không khí*”; “*Thời gian tham gia giao thông*”; “*Độ tuổi*”; “*Số năm đi học*” và “*Tiền điện hàng tháng*” được phân tích như biến liên tục, trong khi đó biến “*Hộ gia đình có trẻ em dưới 5 tuổi*” là biến giả (dummy) (xem thêm Bảng 3). Các biến được lựa chọn là những biến đặc điểm kinh tế - xã hội cơ bản được sử dụng rộng rãi, và những biến liên quan tới ô nhiễm không khí phù hợp với nhận thức chung. Kallbekken & Sælen (2011) đã chỉ ra động lực chính mà người dân

mong muốn có giải pháp bởi họ đánh giá ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và họ có khả năng bị ảnh hưởng cao. Để đánh giá ảnh hưởng do 2 hình thức điều tra khác nhau, biến giả “*Điều tra online*” được đưa vào mô hình. Mô hình MPM được ước lượng với 500 lượt mô phỏng sử dụng phương thức GHK (Geweke, Hajivassiliou, Keane) trong phần mềm *NLOGIT 5.0*. Kết quả ước lượng mô hình được trình bày trong Bảng 5.

Kết quả hồi quy cho thấy quyết định ưu tiên *phát triển hệ thống cây xanh* chịu tác động thuận chiều của *thời gian tham gia giao thông*, *độ tuổi* và *số năm đi học*. Người phải đi lại ngoài đường nhiều hơn có mong muốn lớn hơn về việc phát triển hệ thống cây xanh, đặc biệt là cây xanh ven đường. Người lớn tuổi và có trình độ học vấn cũng ưa thích có nhiều cây xanh hơn. Lựa chọn ưu tiên chuyển đổi *sử dụng các nhiên liệu ít gây ô nhiễm không khí* có quan hệ tỉ lệ nghịch với độ tuổi, cho thấy khả năng thay đổi của người cao tuổi chậm hơn so với người trẻ tuổi. Lựa chọn ưu tiên *phát triển giao thông công cộng* cũng tỉ lệ nghịch với *số tiền điện hàng tháng* (là biến trung

Bảng 5: Kết quả ước lượng mô hình các yếu tố ảnh hưởng đến lựa chọn giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí của người dân Hà Nội

Biến	Phát triển cây xanh	Nhiên liệu sạch	Giao thông công cộng	Quan trắc môi trường	Tiêu chuẩn khí thải giao thông
Hằng số	-2,263*** (0,859)	-1,425* (0,793)	1,441* (0,752)	0,269 (0,742)	-0,059 (0,787)
Cảm nhận về mức độ ÔNKK	0,075 (0,070)	0,050 (0,076)	-0,067 (0,067)	0,054 (0,072)	-0,0750 (0,069)
Cảm nhận khả năng bị ảnh hưởng bởi ÔNKK	-0,093 (0,095)	0,340*** (0,102)	-0,326*** (0,096)	0,041 (0,102)	0,074 (0,108)
Hộ gia đình có trẻ em dưới 5 tuổi	0,008 (0,170)	-0,127 (0,154)	-0,0009 (0,159)	-0,063 (0,156)	0,002 (0,159)
Thời gian tham gia giao thông	0,327*** (0,100)	-0,013 (0,070)	0,023 (0,070)	-0,008 (0,072)	-0,011 (0,070)
Độ tuổi	0,018** (0,008)	-0,011* (0,006)	0,009 (0,006)	0,003 (0,006)	-0,011 (0,007)
Số năm đi học	0,114** (0,047)	0,009 (0,037)	-0,012 (0,036)	-0,076** (0,038)	0,005 (0,037)
Tiền điện hàng tháng	-0,003 (0,020)	0,003 (0,018)	-0,034** (0,013)	0,012 (0,016)	0,006 (0,020)
Điều tra online	-0,101 (0,162)	0,006 (0,146)	0,209 (0,147)	-0,046 (0,147)	0,237 (0,147)
Số quan sát	403				
Ma trận tương quan					
Phát triển cây xanh		-0.217**	-0.172*	-0.296***	-0.205**
Nhiên liệu sạch			-0.195**	-0.299***	-.0187*
Giao thông công cộng				0.063	-0.277***
Quan trắc môi trường					-0.093

Chú thích: Sai số chuẩn nằm trong ngoặc; ***: có ý nghĩa thống kê tại mức ý nghĩa 0,01;

**: có ý nghĩa thống kê tại mức ý nghĩa 0,05; *: có ý nghĩa thống kê tại mức ý nghĩa 0,1.

Nguồn: Tính toán của nhóm tác giả.

gian phản ánh khả năng tài chính). Những người chi trả tiền điện lớn (có thể có khả năng tài chính cao hơn) dường như ít lựa chọn phát triển phương tiện công cộng, vì với khả năng tài chính họ sẽ ưa thích các phương tiện cá nhân tiện nghi hơn. *Cảm nhận khả năng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm không khí* tỉ lệ thuận với lựa chọn *nhiên liệu sạch*, nhưng tỉ lệ nghịch với lựa chọn *phát triển giao thông công cộng*. Lý do có thể vẫn liên quan tới khả năng tài chính, những người cảm thấy nhiều khả năng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm không khí sẵn sàng trả giá cao hơn cho nhiên liệu sạch, thể hiện khả năng về tài chính nên họ cũng không ưa thích phương tiện giao thông công cộng. Lựa chọn *phát triển hệ thống giám sát chất lượng không khí hiện đại* tỉ lệ nghịch với số năm đi học. Những người có trình độ học vấn cao dường như đã có nhiều kênh thông tin để tiếp cận với thông tin về chất lượng không khí (như qua các trang web quốc tế...), nên nhu cầu ưu tiên phát triển hệ thống quan trắc để cung cấp thêm thông tin đối với họ không cao.

Biến *hằng số* có ý nghĩa thống kê với các nhóm giải pháp về *Phát triển cây xanh*, *Nhiên liệu sạch* và *Giao thông công cộng*. Điều đó cho thấy còn có các yếu tố khác ảnh hưởng tới lựa chọn mỗi giải pháp của người dân, như: “cảm nhận về cách thức quản lý hệ thống cây xanh” có thể ảnh hưởng tới lựa chọn *phát triển cây xanh*; “sự sẵn có” có thể ảnh hưởng tới lựa chọn giải pháp sử dụng nhiên liệu sạch; và “nhu cầu về tính kết nối của hệ thống giao thông” sẽ có tác động tới lựa chọn giải pháp về giao thông công cộng. Trong một nghiên cứu/bài viết sẽ khó có thể phân tích khám phá được tất cả các nhân tố ảnh hưởng tới tất cả các nhóm giải pháp. Hướng nghiên cứu tương lai nên tập trung phân tích khám phá nhân tố ảnh hưởng của 1 (nhóm) giải pháp cụ thể.

Biến “Điều tra online” không có ý nghĩa thống kê. Như vậy so với phỏng vấn trực tiếp, việc điều tra online không có ảnh hưởng khác biệt nào đáng kể tới các quyết định lựa chọn các giải pháp của người trả lời. Việc phân tích mẫu chung cho 2 hình thức điều tra phỏng vấn trực tiếp và khảo sát online vẫn cho kết quả đáng tin cậy. Phân tích kết quả hồi quy cho thấy tương quan giữa lựa chọn và đặc điểm của người dân là có thể lý giải được. Như vậy, các lựa chọn giải pháp ưu tiên của người dân dường như đã được người trả lời cân nhắc thận trọng và phù hợp với nhu cầu thực tế của họ.

5. Thảo luận về chính sách cải thiện chất lượng không khí thành phố Hà Nội

Việc áp dụng các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí đem lại nhiều lợi ích tích cực cho xã hội, trong đó lợi ích thường được quan tâm là giảm rủi ro sức khỏe cho con người. Từ những phân tích về hiệu quả của mỗi giải pháp và kết quả khảo sát ý kiến người dân, có thể gợi ý một số giải pháp cho Hà Nội. Các thảo luận ở đây cũng sẽ dựa trên thực tiễn triển khai các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí ở Hà Nội.

Thứ nhất, cần tăng cường trồng cây xanh và tăng diện tích không gian xanh đô thị. Hà Nội có chương trình mục tiêu trồng 1 triệu cây xanh giai đoạn (2016 - 2020), trong 2 năm 2016 - 2017, Hà Nội đã thực hiện trồng được gần 500 nghìn cây xanh trên 120 tuyến phố nội đô⁵. Tuy nhiên, cây xanh được trồng theo tiêu chí cảnh quan là chủ đạo, tạo điểm nhấn đặc trưng trên một số tuyến phố. Mục tiêu cải thiện chất lượng không khí chưa thực sự được chú trọng do việc trồng cây chưa tính tới khả năng khuếch tán khí thải, lọc bụi... của hệ thống cây xanh, cũng như đặc thù nguồn thải, hướng gió của từng mùa, từng địa bàn. Vì vậy, ngoài việc tiếp tục tăng số lượng cây xanh, Hà Nội cần có nghiên cứu cụ thể về mô hình trồng cây xanh có đặc điểm chiều cao, khoảng cách phù hợp với điều kiện khí tượng, góp phần hấp thụ và khuếch tán khí thải nhằm cải thiện chất lượng không khí.

Thứ hai, Hà Nội có thể dần thay đổi nhiên liệu trong đun nấu và trong giao thông. Theo số liệu của Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Hà Nội có khoảng 55.000 bếp than tổ ong phục vụ cho nấu ăn, kinh doanh ăn uống, chăn nuôi. Mỗi ngày Hà Nội tiêu thụ 528,2 tấn than, phát thải 1.870 tấn khí CO₂. Do điều kiện kinh tế và kiến thức về bếp tổ ong đều hạn chế, nhu cầu thay thế bếp than tổ ong bằng các loại bếp cải tiến còn thấp (Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 2017). Vì vậy, cần thúc đẩy tuyên truyền cho người dân về tính chất độc hại của bếp than tổ ong, đồng thời thiết kế các loại bếp thay thế sạch hơn với chi phí thấp để hỗ trợ người dân chuyển đổi nhằm đạt mục tiêu xóa bỏ hoàn toàn bếp than tổ ong vào năm 2020. Về giải pháp thay nhiên liệu trong giao thông, xe buýt sử dụng khí nén CNG đã bắt đầu được triển khai ở Hà Nội. 50 xe buýt CNG bắt đầu vận hành từ 1/7/2018, kỳ vọng có thể giảm thải NOx so với xe diesel với mức giảm khoảng 37kg/xenăm (Lowell, 2013). Lượng thải từ các xe vận hành thí điểm cần được đo đạc, thống kê để đánh giá được hiệu quả thực tế đối với chất lượng không khí tại Hà Nội. Dưới góc độ kinh tế, việc đánh giá hiệu

quả giảm thiểu ô nhiễm không khí của xe buýt CNG là cơ sở để hỗ trợ cho doanh nghiệp về mặt tài chính khi mở rộng nhiều tuyến hơn trên toàn thành phố.

Thứ ba, tiếp tục phát triển đa dạng các loại hình giao thông công cộng để dần thay thế được nhu cầu đi lại bằng phương tiện cá nhân rất lớn của người dân. Hà Nội dự kiến sẽ cấm hoàn toàn xe máy vào năm 2030, và với khoảng 5 triệu chiếc đang hoạt động trong thành phố⁶, hệ thống giao thông công cộng cần được đầu tư mở rộng để đáp ứng được số lượng người đang đi xe máy hiện tại. Theo quy hoạch, Hà Nội sẽ phát triển mạng lưới giao thông công cộng với 8 tuyến đường sắt đô thị và 7 tuyến xe buýt nhanh BRT. Đến nay, một tuyến BRT đã đi vào hoạt động từ tháng 1/2017; đường sắt đô thị Hà Đông – Cát Linh cũng dự kiến sẽ vận hành thương mại từ năm 2019. Không chỉ xây dựng hệ thống giao thông công cộng, mà cần có biện pháp tác động thay đổi hành vi lựa chọn phương tiện giao thông của người dân.

Cuối cùng, mặc dù không được người dân ưu tiên lựa chọn, nhưng việc áp dụng tiêu chuẩn khí thải đối với các loại xe cơ giới vẫn là giải pháp hiệu quả để giảm lượng thải. Kiểm kê lượng thải của Trang & cộng sự (2015) cho thấy lượng phát thải từ ba nhóm phương tiện taxi, ô tô con và xe buýt ở Hà Nội năm 2010 là 395 nghìn tấn CO, 38 nghìn tấn NOx, 6 nghìn tấn SOx và 22 nghìn tấn bụi PM. Ở thời

điểm 2010, 34% số ô tô đáp ứng tiêu chuẩn Euro 3, còn xe 74% xe buýt và 80% taxi mới đáp ứng tiêu chuẩn Euro 2. Nếu toàn bộ ba nhóm phương tiện này tuân thủ tiêu chuẩn phát thải Euro 4 ngay từ năm 2010 thì lượng thải CO giảm 96,6%, PM10 giảm 77,83%, SOx giảm 90,7% so với kịch bản phát thải gốc – riêng NOx tăng 17,1% (Trang & cộng sự, 2015). Với tốc độ tăng ô tô giả định khoảng 17% mỗi năm⁷, trong điều kiện các yếu tố khác không đổi thì đến năm 2017, lượng thải sẽ tăng khoảng gấp 3 so với mức kiểm kê khí thải của của Trang & cộng sự (2015). Như vậy, lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải đối với xe cơ giới theo Quyết định số 49/2011/QĐ-TTg của Thủ tướng (các loại xe ô tô sản xuất, lắp ráp và nhập khẩu mới phải áp dụng Euro 4 từ ngày 1/1/2017) được kỳ vọng sẽ giảm thiểu một lượng thải lớn khí thải từ các phương tiện giao thông và tạo ra tác động tích cực cho môi trường không khí Hà Nội.

Hiệu quả của các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm không khí đô thị có mức độ khác nhau, trong đó phát triển hệ thống cây xanh, thay đổi nhiên liệu sạch, và mở rộng mạng lưới giao thông công cộng không chỉ có hiệu quả, mà còn đáp ứng được mong muốn của người dân. Việc áp dụng các giải pháp này nên được nghiên cứu cụ thể về hiệu quả giảm thải, lợi ích sức khỏe,... để có cơ sở đưa ra các thay đổi cần thiết tại Hà Nội cũng như mở rộng phạm vi áp dụng ở các đô thị khác của Việt Nam.

Ghi chú:

1. Cơ sở dữ liệu về ÔNKK của WHO cung cấp thông tin về ô nhiễm bụi cho 4000 thành phố từ 108 quốc gia trong giai đoạn 2008 – 2017 (<http://www.who.int/airpollution/data/cities/en/>, truy cập ngày 10/8/2018)

2. Lời mời tham gia khảo sát online được gửi theo các đầu mối quan hệ của các thành viên nhóm nghiên cứu, đều sinh sống tại Hà Nội nhiều năm, nhằm đảm bảo người tham gia trả lời là người dân Hà Nội. Cách thức thực hiện này có thể tạo ra sai lệch trong lựa chọn mẫu. Nhằm giảm thiểu sai lệch trong khảo sát online, hoạt động điều tra phỏng vấn trực tiếp cũng đã được thực hiện. Trong mô hình lượng hóa dưới đây, biến “Điều tra online” được đưa vào mô hình và không có ý nghĩa thống kê. Vì vậy, sai lệch trong khảo sát online có thể đã không ảnh hưởng đáng kể tới kết quả điều tra chung.

3. Những người ít quan tâm và ít chịu ảnh hưởng do ÔNKK nhiều khả năng sẽ “sẵn sàng thực hiện theo các giải pháp mà đa số ủng hộ”. Vì vậy, lựa chọn về giải pháp của những người quan tâm và chịu nhiều ảnh hưởng do ÔNKK được kỳ vọng đại diện cho lựa chọn của người dân Hà Nội nói chung.

4. Nhóm giải pháp 6 chỉ có 46 người lựa chọn, không đủ lớn để thực hiện phân tích định lượng.

5. Nguồn: https://hanoi.gov.vn/tintuc_sukien/-/hn/ZVOM7e3VDMRM/7320/2809610/chuong-trinh-trong-mot-trieu-cay-xanh-huong-toi-thanh-pho-xanh-van-minh-va-hien-ai.html?jsessionid=2IBqtRRXxCC5UQ4ixeQEjUPj.app2 (truy cập ngày 10/8/2018)

6. Nguồn: <https://vtv.vn/trong-nuoc/infographic-hien-trang-phuong-tien-giao-thong-o-thu-do-ha-noi-20170712145305356.htm> (truy cập ngày: 10/8/2018)

7. Nguồn: <http://cafebiz.vn/thi-truong/rieng-nam-2016-ha-noi-se-co-them-gan-100-000-o-to-moi-20160307164815268.chn> (truy cập ngày 10/8/2018)

Tài liệu tham khảo:

- Atkinson R.W., Barratt B., Armstrong C., Anderson H.R., Beevers S.D., Mudway I.S., Green D., Derwent R.G., Wilkinson P., Tonne C., Kelly F.J. (2009), 'The impact of the congestion charging scheme on ambient air pollution concentrations in London', *Atmospheric Environment*, 43, 5493–5500.
- Baldasano J.M., Gonçalves M., Soret A., Jiménez-Guerrero P. (2010), 'Air pollution impacts of speed limitation measures in large cities: The need for improving traffic data in a metropolitan area', *Atmospheric Environment*, 44, 2997–3006.
- Bel G., Holst M. (2015), *Evaluation of the Impact of Bus Rapid Transit on Air Pollution*, University of Barcelona, Research Institute of Applied Economics.
- Blume L., D.X. Hoan, N.T.A. Thu, Semrau M., Bergeon E. (2017), *GreenID: Chất lượng không khí Việt Nam 2016*, Trung tâm Phát triển Sáng tạo Xanh (GreenID), Hà Nội.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2016: Môi trường đô thị*, Hà Nội.
- Carlsson, Fredrik, Mitesh Kataria & Elina Lampi (2010), 'Dealing with Ignored Attributes in Choice Experiments on Valuation of Sweden's Environmental Quality Objectives', *Environmental and Resource Economics*, 47(1), 65–89.
- Chen, Y., Whalley A. (2012), 'Green Infrastructure: The effects of Urban mass transit on air quality', *American Economic Journal: Economic Policy*, 3(4), 58–97.
- Duque L., Relvas H., Silveira C., Ferreira J., Monteiro A., Gama C., Rafael S., Freitas S., Borrego C., Miranda A.I. (2016), 'Evaluating strategies to reduce urban air pollution', *Atmospheric Environment*, 127, 196–204.
- European Environment Agency [EEA] (2010), *Impact of selected policy measures on Europe's air quality*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Hieu, V.V., Quynh, L.X., Ho, P.N., Hens, L., (2013), 'Health Risk Assessment of Mobility-Related Air Pollution in Ha Noi, Vietnam', *Journal of Environmental Protection*, 4, 1165–1172.
- Janhall S. (2015), 'Review on urban vegetation and particle air pollution - Deposition and dispersion', *Atmospheric Environment*, 105, 130–137.
- Keuken M.P., Jonkers S., Wilmsink I.R., Wesseling J. (2010), 'Reduced NO_x and PM₁₀ emissions on urban motorways in The Netherlands by 80 km/h speed management', *Science of the Total Environment*, 408, 2517–2526.
- Lalive, R., Luechinger S., Schmutzler A. (2013), 'Does Supporting Passenger Railways Reduce Road Traffic Externalities?', Working Paper No. 110, University of Zurich.
- Lowell D. (2013), *Comparison of Modern CNG, Diesel, and Diesel Hybrid-Electric Transit Buses: Efficiency & Environmental Performance*, Report, M.J. Bradley & Associates, LLC., Washington, DC.
- Luong, L.M.T., Dung P., Peter D.S, Lidia M., Phong K.T (2017), 'The association between particulate air pollution and respiratory admissions among young children in Hanoi, Vietnam', *Science of the Total Environment*, 578, 249–255.
- Nguyễn, Công Thành, Jackie Robinson, Jennifer A. Whitty, Shinji Kaneko & The Chinh Nguyen (2015). 'Attribute non-attendance in discrete choice experiments: A case study in a developing country', *Economic Analysis and Policy*, 47, 22–33.
- Nhung, N.T.T, Schindler C., T.M Dien, Probst-Hensch N., Perez L., Künzli N. (2018), 'Acute effects of ambient air pollution on lower respiratory infection in Hanoi children: An eight-year time series study', *Environment International*, 110, 139–148.
- Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. (2014), 'Tree and forest effects on air quality and human health in the United States', *Environmental Pollution*, 193, 119–129.
- Rosenthal J., Quinn A., Grieshop A.P., Pillarisetti A., Glass G. (2018), 'Clean cooking and the SDGs: Integrated analytical approaches to guide energy interventions for health and environment goals', *Energy for Sustainable Development*, 42, 152–159.

- Schuitema G., Steg L., Forward S. (2010), 'Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm', *Transportation Research Part A*, 44, 99–109.
- Selmi W., Weber C., Rivière E., Blond N., Mehdi L., Nowak D. (2016), 'Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France', *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 192–201.
- Sở Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (2017), *Báo cáo nghiên cứu sử dụng bếp cải tiến thay thế bếp than tổ ong*. Hà Nội.
- Steffen K. & Sælen H. (2011), 'Public acceptance for environmental taxes: Self-interest, environmental and distributional concerns', *Energy Policy*, 39(5), 2966-2973.
- Thư, N.T.A, Blume L. (2018), *Báo cáo chất lượng không khí năm 2017*, Trung tâm Phát triển Sáng tạo Xanh (GreenID), Hà Nội.
- Trang, T.T, H.H. Van & N.T.K. Oanh (2015), 'Traffic emission inventory for estimation of air quality and climate co-benefits of faster vehicle technology intrusion in Hanoi, Vietnam', *Carbon Management*, 6(3-4), 117-128.
- Xu Y., Shen H., Yun X., Gao F., Chen Y., Li B., Liu J., Ma J., Wang X., Liu X., Tian C., Xing B., Tao S. (2018), 'Health effects of banning beehive coke ovens and implementation of the ban in China', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(11), 2693–2698.