

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



Đoàn Thị Thanh Bình

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI
KHÍ NHÀ KÍNH TRONG LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP Ở VIỆT NAM

LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Hà Nội - 2023

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU



Đoàn Thị Thanh Bình

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI
KHÍ NHÀ KÍNH TRONG LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP Ở VIỆT NAM

Ngành: Biến đổi khí hậu

Mã số: 9440221

LUẬN ÁN TIẾN SĨ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Tác giả luận án

Giáo viên hướng dẫn

Đoàn Thị Thanh Bình

TS. Đỗ Tiến Anh

Hà Nội - 2023

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, được hoàn thành dưới sự hướng dẫn của TS. Đỗ Tiến Anh.

Các số liệu, kết quả nghiên cứu và các kết luận trong Luận án này là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Việc tham khảo các nguồn tài liệu đã được thực hiện trích dẫn và ghi nguồn tài liệu tham khảo đúng quy định.

Tác giả xin chịu trách nhiệm trước pháp luật cũng như đạo đức khoa học về lời cam đoan này.

Tác giả luận án

Đoàn Thị Thanh Bình

LỜI CẢM ƠN

Luận án này được thực hiện tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu. Đây không chỉ là nơi đào tạo giúp nghiên cứu sinh trưởng thành hơn trong hoạt động nghiên cứu khoa học, nghề nghiệp mà còn là nơi để nghiên cứu sinh chia sẻ những khúc mắc gặp phải trong quá trình thực hiện Luận án.

Với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tác giả xin gửi lời cảm ơn đặc biệt tới thầy hướng dẫn là TS. Đỗ Tiến Anh đã tận tình giúp đỡ tác giả từ những bước đầu tiên xây dựng hướng nghiên cứu, cũng như luôn ủng hộ động viên và hỗ trợ những điều kiện tốt nhất trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện Luận án.

Tác giả trân trọng cảm ơn lãnh đạo, chuyên gia, các nhà khoa học của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Bộ môn Biến đổi khí hậu và các cơ quan hữu quan đã có những góp ý về khoa học cũng như hỗ trợ nguồn tài liệu, số liệu cho tác giả trong suốt quá trình thực hiện Luận án.

Tác giả xin gửi lời tri ân tới mọi thành viên trong gia đình, người thân, bạn bè và đồng nghiệp về những động viên tinh thần, chia sẻ và những khó khăn mà mọi người đã có thể phải gánh vác trong quá trình nghiên cứu và hoàn thiện Luận án.

Hà Nội, ngày tháng năm 2023

Tác giả luận án

Đoàn Thị Thanh Bình

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	ii
DANH MỤC CÁC BẢNG	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	xi
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của Luận án.....	1
2. Mục tiêu của nghiên cứu.....	4
2.1. Mục tiêu tổng quát.....	4
2.2. Mục tiêu cụ thể.....	4
3. Phạm vi và nội dung nghiên cứu.....	4
3.1. Phạm vi nghiên cứu.....	4
3.2. Đối tượng nghiên cứu.....	4
3.3. Nội dung nghiên cứu.....	5
4. Câu hỏi nghiên cứu.....	6
5. Giả thuyết nghiên cứu.....	7
6. Đóng góp mới của Luận án.....	7
7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn.....	8
7.1. Ý nghĩa khoa học.....	8
7.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	8
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC VỀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN XÂY DỰNG KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH CHO LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP.....	10
1.1. Tổng quan về phát thải khí nhà kính và phương pháp xây dựng kịch bản giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép trên thế giới và ở Việt Nam.....	10
1.1.1. Hiện trạng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép.....	10

1.1.2. Các hướng dẫn và phương pháp kiểm kê khí nhà kính từ lĩnh vực sản xuất thép	18
1.2. Các nghiên cứu về phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam.....	26
1.3. Tổng quan về kịch bản giảm phát thải KNK của ngành thép và đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK nói chung	33
1.3.1. Thế giới	33
1.3.2. Việt Nam	39
Tiểu kết chương 1:.....	44
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI TRONG LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP Ở VIỆT NAM.....	47
2.1. Quy trình nghiên cứu của luận án	47
2.2. Cách tiếp cận của luận án.....	48
2.2.1. Tiếp cận từ dưới lên	48
2.2.2. Tiếp cận từ trên xuống	49
2.3. Phương pháp khảo sát thu thập tài liệu, số liệu	52
2.4. Phương pháp quan trắc nguồn thải.....	53
2.4.1. Đo nồng độ thành phần khí nhà kính.....	54
2.4.2. Đo lưu lượng KNK tại nguồn phát thải	55
2.4.3. Phương pháp tính toán hệ số phát thải KNK	62
2.5. Phương pháp kiểm kê và xây dựng kịch bản giảm phát thải phát thải khí nhà kính theo Hướng dẫn của IPCC	63
2.5.1. Phương pháp tính phát thải từ quá trình sản xuất ($BE_{\text{production}}$).....	65
2.5.2. Phương pháp tính phát thải từ tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch.....	66
2.5.3. Phương pháp ước tính phát thải từ tiêu thụ điện năng	67
2.6. Công tác QA/QC trong quan trắc môi trường.....	67

2.7. Phương pháp đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính	70
Tiểu kết chương 2:	75
CHƯƠNG 3	77
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	77
3.1. Hiện trạng sản xuất thép và công nghệ sản xuất thép	77
3.1.1. Hiện trạng sản xuất thép	77
3.1.2. Quy trình và công nghệ sản xuất thép trên thế giới và tại Việt Nam.....	81
3.1.3. Mô tả địa điểm nghiên cứu	88
3.1.4. Xác định nguồn điểm phát thải.....	95
3.2. Hiện trạng các hệ thống xử lý môi trường	97
3.2.1. Hệ thống xử lý khí thải	97
3.2.2. Thu gom và xử lý chất thải rắn và chất thải nguy hại	99
3.3. Kết quả đo đạc.....	102
3.3.1. Lò luyện cốc	102
3.3.2. Lò luyện gang.....	104
3.3.3. Lò luyện thép.....	106
3.4. Xác định hệ số phát thải cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam.....	109
3.4.1. Xác định nồng độ phát thải khí nhà kính	109
3.4.2. Tính toán hệ số phát thải Khí nhà kính cho công nghệ BOF.....	113
3.4.3. Tính toán hệ số phát thải khí nhà kính cho công nghệ EAF	118
3.5. Kịch bản phát thải khí nhà kính cho lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam.....	120
3.5.1. Kịch bản phát thải khí nhà kính cơ sở.....	120
3.5.2. Kịch bản giảm phát thải khí nhà kính	124

3.6. Đánh giá tác động của kịch bản giảm nhẹ phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất thép đến phát triển kinh tế - xã hội ở Việt Nam	140
<i>Tiểu kết chương 3</i>.....	144
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	147
TÀI LIỆU THAM KHẢO	ii
Phụ lục 1: Tiềm năng giảm phát thải KNK theo các giải pháp giảm nhẹ trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam.....	vii
Phụ lục 2. Số liệu xây dựng lộ trình giảm phát thải KNK cho lĩnh vực luyện kim:	xi
Phụ lục 3: Kết quả phân tích thành phần các mẫu nhiên liệu chính	xiv

DANH MỤC CÁC BẢNG

<i>Bảng 1.1. Tổng lượng khí thải CO₂ từ sản xuất thép ở các quốc gia được nghiên cứu và phần còn lại của thế giới vào năm 2019</i>	<i>16</i>
<i>Bảng 1.2. Sản xuất, phát thải và cường độ phát thải thép Việt Nam (2018)</i>	<i>31</i>
<i>Bảng 1.3. Phát thải theo kịch bản phát triển thông thường của lĩnh vực IPPU</i>	<i>40</i>
<i>Bảng 2.1. Thông số kỹ thuật của thiết bị.....</i>	<i>54</i>
<i>Bảng 2.2. Thông số kỹ thuật của thiết bị.....</i>	<i>55</i>
<i>Bảng 2.3. Giá trị đường kính của ống dẫn.....</i>	<i>60</i>
<i>Bảng 2.4. Xác định khoảng cách các điểm đo áp suất động từ tâm ống dẫn khí tính theo một phần của R.....</i>	<i>60</i>
<i>Bảng 3.1. Sản lượng thép thô trên thế giới giai đoạn 1950 – 2022.....</i>	<i>77</i>
<i>Bảng 3.2. Sản lượng thép thô theo khu vực trong năm 2022</i>	<i>78</i>
<i>Bảng 3.3. Sản lượng gang của Việt Nam giai đoạn 2010-2019</i>	<i>80</i>
<i>Bảng 3.4. Sản lượng thép thô của Việt Nam giai đoạn 2010-2019</i>	<i>80</i>
<i>Bảng 3.5. Khối lượng và nguyên liệu thép phế và nhiên liệu đầu vào của các Nhà máy trong các năm 2015 – 2019</i>	<i>89</i>
<i>Bảng 3.6. Các nguồn phát thải khí nhà kính.....</i>	<i>95</i>
<i>Bảng 3.7. Khí bụi thải phát sinh từ các lò điện hồ quang.....</i>	<i>97</i>
<i>Bảng 3.8. Vị trí và tần suất quan trắc khí nhà kính</i>	<i>101</i>
<i>Bảng 3.9. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò cốc hóa.....</i>	<i>102</i>
<i>Bảng 3.10. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện gang</i>	<i>104</i>
<i>Bảng 3.11. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 1</i>	<i>106</i>
<i>Bảng 3.12. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 2</i>	<i>108</i>
<i>Bảng 3.13. Thông số sản xuất của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên</i>	<i>110</i>
<i>Bảng 3.14. Kết quả tính toán lưu lượng và nồng độ khí thải trung bình đã xử lý tại các nhà máy của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.....</i>	<i>112</i>

<i>Bảng 3.15. Kết quả tính toán lưu lượng và nồng độ khí thải trung bình chưa xử lý tại các nhà máy của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.....</i>	<i>112</i>
<i>Bảng 3.16. Kết quả tính toán hệ số phát thải KNK thực nghiệm tại Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.....</i>	<i>113</i>
<i>Bảng 3.17. Phát thải KNK từ đốt nhiên liệu tại Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.....</i>	<i>114</i>
<i>Bảng 3.18. Các hệ số phát thải CO₂ cho quá trình sản xuất thép theo</i>	<i>115</i>
<i>Bảng 3.19. Phát thải KNK phi năng lượng theo công nghệ BOF của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.....</i>	<i>116</i>
<i>Bảng 3.20. Tổng phát thải KNK của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên và hệ số phát thải KNK chung của công nghệ BOF</i>	<i>117</i>
<i>Bảng 3.21. Phát thải KNK phi năng lượng theo công nghệ EAF</i>	<i>118</i>
<i>Bảng 3.22. Phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện năng của</i>	<i>119</i>
<i>Bảng 3.23. Tổng phát thải KNK và hệ số phát thải KNK chung của công nghệ EAF</i>	<i>120</i>
<i>Bảng 3.24. Tổng sản lượng của ngành thép theo loại hình công nghệ.....</i>	<i>121</i>
<i>Bảng 3.25. Tổng phát thải KNK của ngành thép theo loại hình công nghệ ...</i>	<i>121</i>
<i>Bảng 3.26. Dự báo sản lượng của lĩnh vực sản xuất thép</i>	<i>123</i>
<i>Bảng 3.27. Phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép.....</i>	<i>123</i>
<i>Bảng 3.28. Kết quả tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK sau áp dụng các giải pháp đề xuất</i>	<i>126</i>
<i>Bảng 3.29. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình luyện cốc</i>	<i>128</i>
<i>Bảng 3.30. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình thiêu kết.....</i>	<i>132</i>
<i>Bảng 3.31. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình luyện gang.....</i>	<i>135</i>

<i>Bảng 3.32. Tiềm năng giảm phát thải KNK theo công nghệ sản xuất thép.....</i>	<i>137</i>
<i>Bảng 3.33. Lượng giảm phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp</i>	<i>139</i>
<i>Bảng 3.34. Phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp.....</i>	<i>140</i>

DANH MỤC CÁC HÌNH

<i>Hình 1.1. Quy trình sản xuất than cốc và các nguồn phát thải KNK.....</i>	<i>11</i>
<i>Hình 1.2. Minh họa quá trình thiêu kết và phát thải.....</i>	<i>12</i>
<i>Hình 1.3. Minh họa quá trình sản xuất gang và phát thải.....</i>	<i>13</i>
<i>Hình 1.4. Minh họa quy trình sản xuất thép và phát thải</i>	<i>14</i>
<i>Hình 2.1. Quy trình nghiên cứu của luận án.....</i>	<i>47</i>
<i>Hình 2.2. Khảo sát hiện trường được NCS tổ chức thực hiện</i>	<i>53</i>
<i>Hình 2.3. Thiết bị đo nồng độ khí KNK.....</i>	<i>54</i>
<i>Hình 2.4. Vị trí đặt đầu dò trên mặt cắt tiết diện đường khói.....</i>	<i>57</i>
<i>Hình 2.5. Sơ đồ đo cột áp động.....</i>	<i>58</i>
<i>Hình 2.6. Sơ đồ đo trường tốc độ.....</i>	<i>59</i>
<i>Hình 2.7. Vị trí quan trắc nguồn thải.....</i>	<i>62</i>
<i>Hình 2.8. Cấu trúc chính của Mô hình GEM.....</i>	<i>74</i>
<i>Hình 3.1. Sản lượng thép thô của Việt Nam giai đoạn 2010 – 2022</i>	<i>79</i>
<i>Hình 3.2. Quy trình sản xuất thép</i>	<i>82</i>
<i>Hình 3.3. Bố trí thiết bị của một nhà máy luyện thép lò thổi.....</i>	<i>85</i>
<i>Hình 3.4. Quy trình sản xuất thép lò điện hồ quang.....</i>	<i>86</i>
<i>Hình 3.5. Quy trình dây chuyền sản xuất.....</i>	<i>88</i>
<i>Hình 3.6. Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên.....</i>	<i>89</i>
<i>Hình 3.7. Sơ đồ công nghệ sản xuất của Nhà máy.....</i>	<i>95</i>
<i>Hình 3.8. Lượng khí thải của Nhà máy giai đoạn 2015-2019</i>	<i>96</i>
<i>Hình 3.9. Sản lượng thép của Việt Nam theo từng loại công nghệ.....</i>	<i>121</i>

<i>Hình 3.10. Kiểm kê phát thải KNK của hoạt động sản xuất thép</i>	<i>122</i>
<i>Hình 3.11. Kịch bản phát thải KNK cơ sở của hoạt động sản xuất thép</i>	<i>123</i>
<i>Hình 3.12. Phát thải KNK của kịch bản BAU và kịch bản carbon thấp của lĩnh vực sản xuất thép</i>	<i>139</i>
<i>Hình 3.13. Mối quan hệ các biến trong mô hình GEM để mô phỏng tác động</i>	<i>140</i>
<i>Hình 3.14. Tổng dân số Việt Nam dự báo đến năm 2050</i>	<i>141</i>
<i>Hình 3.15. Tổng GDP thực tế và tốc độ tăng trưởng GDP thực tế</i>	<i>142</i>
<i>Hình 3.16. Tổng quan về tổng thu nhập của chính phủ và các khoản đầu tư</i>	<i>143</i>
<i>Hình 3.17. Tổng số việc làm và tỷ lệ thất nghiệp</i>	<i>144</i>

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Kí hiệu	Tiếng Việt	Tiếng Anh
BAU	Kịch bản phát triển thông thường	Business As Usual
BĐKH	Biến đổi khí hậu	Climate change
BUR1	Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ nhất	The Initial Biennial Update Report
BUR 2	Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ hai	The Second Biennial Update Report
BUR 3	Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ ba	The Third Biennial Update Report
BOF	Lò thổi	Basic Oxygen Furnace
COP	Hội nghị các bên tham gia UNFCCC	Conference of Parties
CBA	Chi phí lợi ích	Cost -Benefit Analysis
CGE	Mô hình cân bằng tổng thể	Computable General Equilibrium
CPI	Chỉ số giá tiêu dùng	Consumer price index
EAF	Lò điện hồ quang	Electric arc furnace
GDP	Tổng sản phẩm nội địa	Gross Domestic Product
GEM	Mô hình Kinh tế Xanh	Green Economy Model
GE	Kinh tế xanh	Green Economy
GPG	Hướng dẫn thực hành tốt	Good Practice Guidelines
IPCC	Ủy ban liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPPU	Các quá trình sản xuất và sử dụng sản phẩm công nghiệp	Industrial Processes and Product Use
INDC	Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định	Intended Nationally Determined Contribution
KNK	Khí nhà kính	Greenhouse gases

Kí hiệu	Tiếng Việt	Tiếng Anh
LULUCF	Sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp	Land Use, Land Use Change and Forestry
MCDA	Phương pháp phân tích Đa tiêu chí	Multi-Criteria Decision Analysis
NDC	Đóng góp do quốc gia tự quyết định	Nationally Determined Contributions
NAMAs	Các hành động giảm phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện quốc gia	Nationally Appropriate Mitigation Actions
PTBV	Phát triển bền vững	Sustainable Development
TTX	Tăng trưởng xanh	Green growth
TISCO	Cty CP Gang thép Thái Nguyên	Thai Nguyen iron and steel joint stock corporation
TN&MT	Tài nguyên và Môi trường	Resources and Environment
UNFCCC	Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc	UN Environment Programme
VNPMR	Dự án Sẵn sàng tham gia thị trường carbon ở Việt Nam	Viet Nam Partnership for Market Readiness
VSA	Hiệp hội Thép Việt Nam	Vietnam Steel Association
VNEEP3	Chương trình Quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả lần thứ ba	National Program on Energy Efficiency and Conservation 3
WB	Ngân hàng Thế giới	World Bank
WBP	Tiêu chuẩn thực hành tốt nhất thế giới	World Best Practices
WSA	Hiệp hội thép thế giới	World Steel Association

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của Luận án

Biến đổi khí hậu (BĐKH) được xem là một trong những thách thức lớn nhất đối với sự phát triển bền vững của nhân loại trong thế kỷ 21. Việt Nam là một quốc gia đang phát triển, mới chỉ bắt đầu tiến trình công nghiệp hóa trong hơn ba thập kỷ qua và chịu tác động nặng nề của BĐKH, nhưng đã luôn thể hiện trách nhiệm, chủ động thực hiện các cam kết quốc tế về BĐKH. Việt Nam đã đệ trình Đóng góp dự kiến do quốc gia tự quyết định (INDC) vào năm 2015; ký và phê duyệt Thỏa thuận Paris, xây dựng Kế hoạch quốc gia thực hiện Thỏa thuận Paris năm 2016. Luật Bảo vệ môi trường (2020) có một chương về ứng phó với BĐKH quy định trách nhiệm giảm phát thải KNK, thích ứng với BĐKH, thực hiện NDC của Việt Nam và Thỏa thuận Paris.

Tại Hội nghị COP26, Việt Nam tuyên bố “sẽ xây dựng và triển khai các biện pháp giảm phát thải KNK mạnh mẽ bằng nguồn lực của chính mình, cùng với sự hợp tác và hỗ trợ của cộng đồng quốc tế, nhất là các nước phát triển, cả về tài chính và chuyển giao công nghệ, trong đó có thực hiện các cơ chế theo Thỏa thuận Paris, để đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050”. Việt Nam cũng đã tham gia cam kết giảm 30% lượng phát thải khí mê-tan vào năm 2030 so với mức phát thải năm 2020; Ngày 8/11/2022, Việt Nam đã đệ trình NDC cập nhật lần thứ 2 tới Liên Hợp Quốc. Trong đó, mục tiêu giảm phát thải trong các lĩnh vực năng lượng, nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất, chất thải và các quá trình công nghiệp đến năm 2030 so với BAU trong NDC 2022 tăng cao so với NDC 2020, cụ thể Đóng góp không điều kiện đã tăng từ 9% lên 15,8% và Đóng góp có điều kiện tăng từ 27% lên 43,5%. Chiến lược quốc gia về BĐKH giai đoạn đến năm 2050 được trình Thủ tướng Chính phủ ban hành (tháng 7 năm 2022) đã xác định các biện pháp cụ thể để đạt được phát thải ròng bằng “0” vào 2050, phù hợp với các cam kết được đưa ra tại COP26 với mục tiêu là: “Chủ

động thích ứng hiệu quả, giảm mức độ dễ bị tổn thương, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu; giảm phát thải KNK theo mục tiêu phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, đóng góp tích cực và trách nhiệm với cộng đồng quốc tế trong bảo vệ hệ thống khí hậu trái đất; tận dụng cơ hội từ ứng phó BĐKH để chuyển dịch mô hình tăng trưởng, nâng cao sức chống chịu và cạnh tranh của nền kinh tế”. Đây là cơ sở quan trọng để Việt Nam tiếp tục triển khai mạnh mẽ hơn các hành động ứng phó với BĐKH trong giai đoạn tới [8].

Một trong những giải pháp để Việt Nam có thể giảm phát thải KNK hiệu quả là cần có một hệ thống kiểm kê KNK minh bạch rõ ràng từ đó làm nền tảng để xây dựng các giải pháp, các kịch bản có tính khả thi cao nhằm giảm phát thải KNK theo các cam kết đã đặt ra với quốc tế. Từ năm 2010 đến nay Việt Nam đã thực hiện 5 kỳ kiểm kê quốc gia KNK cho các năm cơ sở 2000, 2010, 2013, 2014 và 2016 phục vụ xây dựng các báo cáo quốc gia về BĐKH đệ trình UNFCCC. Tổng phát thải KNK năm 2016 của Việt Nam là 316.734,96 nghìn tấn CO₂ tđ. Trong đó, phát thải KNK từ lĩnh vực các quá trình công nghiệp (IPPU) là 46.094,64 nghìn tấn CO₂ tđ, đứng thứ hai và chiếm 14,6% trong tỷ trọng phát thải KNK của Việt Nam. Trong lĩnh vực IPPU, phát thải từ lĩnh vực sản xuất sắt thép là 3.858,22 (chiếm 8,4%, đứng thứ hai sau phát thải của lĩnh vực xi măng là 79,8%). Như vậy có thể nói phát thải từ lĩnh vực sản xuất sắt thép được xem là tiểu lĩnh vực lớn trong lĩnh vực IPPU [7].

Sản xuất gang thép thông qua các công đoạn như nung sảy, thiêu kết, nấu chảy nguyên liệu để tạo ra gang, đúc phôi từ gang và cán đều tạo ra 3 dạng chất thải (nước thải; khí và bụi thải; chất thải rắn) với mức độ ô nhiễm khác nhau. Tất cả các công đoạn của sản xuất gang thép đều phát sinh ra lượng khí thải, trong đó nhiều nhất là CO₂. Đặc biệt, công nghệ luyện gang truyền thống (gồm các công đoạn: thiêu kết, luyện cốc, luyện gang bằng lò cao) do tiêu thụ và sử dụng một lượng than khá lớn (than mỡ luyện cốc và than antraxit phun thổi) làm nhiên liệu nên đã phát ra lượng khí thải (CO₂) lớn nhất so với các công

đoạn luyện thép và cán thép [17]. Trong thực tế, các loại hình công nghệ hiện đang áp dụng trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam tập trung vào 3 loại chính bao gồm: Lò cao – lò chuyển thổi oxy (BF - BOF, 8 tổ máy), Lò hồ quang điện (EAF, 34 tổ máy) và 38 Lò cảm ứng (IF). Nhìn chung, việc áp dụng các công nghệ trong sản xuất thép của Việt Nam sử dụng rất nhiều năng lượng do đó đã tiêu thụ một lượng lớn nguồn nhiên liệu (nhiên liệu khí, lỏng, than các loại và điện) nên thải ra nhiều KNK, đặc biệt là khí CO₂.

Ở Việt Nam, việc xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép sử dụng hệ số phát thải (HSPT) mặc định theo các tiếp cận Bạc 1 của IPCC cho các loại hình công nghệ khác nhau, số liệu hoạt động tiếp cận theo hướng từ trên xuống. Đây là hệ số dùng chung cho các quốc gia. Tuy nhiên các quốc gia khác nhau hiện trạng thiết bị, công nghệ khác nhau, điều kiện vận hành, nguyên nhiên liệu đầu vào khác nhau nên các hệ số này có thể khác so với hệ số mặc định của IPCC. Trong khuôn khổ của Luận án, các hệ số phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất gang thép tại Việt Nam sẽ được xác định bằng các phương pháp đo đạc và quan trắc thực tế nhằm so sánh với các phương pháp ước tính khác. Đối tượng nghiên cứu là Công ty cổ phần Gang thép Thái Nguyên với quy trình sản xuất hỗn hợp các công đoạn của cả công nghệ BOF và EAF. Hệ số phát thải tìm được sẽ áp dụng để tính toán phát thải và xây dựng kịch bản phát thải KNK với cách tiếp cận từ dưới lên, là hướng tiếp cận được khuyến nghị cho việc thực hiện kiểm kê và xây dựng kịch bản phát thải KNK cấp cơ sở, nhằm chính xác hóa kết quả tính toán phát thải và đưa ra các giải pháp phù hợp có tính khả thi trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam.

Xuất phát từ những lý do trên, đề tài luận án “*Nghiên cứu xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam*” có tính quan trọng và cấp thiết, giúp các nhà quản lý, tổ chức, doanh nghiệp, cá nhân,... hoạt động trong lĩnh vực sản xuất thép đề xuất được các giải pháp quản lý phát thải KNK một cách hiệu quả nhằm hướng đến thực hiện mục tiêu kép vừa phát triển

kinh tế, vừa bảo vệ môi trường và phát triển bền vững cho ngành thép của Việt Nam trong thời gian tới.

2. Mục tiêu của nghiên cứu

2.1. Mục tiêu tổng quát

Cung cấp được các cơ sở khoa học và thực tiễn đóng góp vào việc thực hiện mục tiêu phát thải ròng bằng không mà Việt Nam đã cam kết tại COP26.

2.2. Mục tiêu cụ thể

- Xác định được hệ số phát thải KNK đặc trưng và phương pháp luận xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam;
- Xây dựng và đánh giá được các tác động của kịch bản giảm phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam.

3. Phạm vi và nội dung nghiên cứu

3.1. Phạm vi nghiên cứu

- *Phạm vi về không gian*: Luận án lựa chọn Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên để tính toán hệ số phát thải từ đó áp dụng cho lĩnh vực thép của Việt Nam.

- *Phạm vi về thời gian*: Luận án tính toán kiểm kê phát thải cho các năm từ 2015 đến 2019; sử dụng chuỗi số liệu từ 2020 - 2030 để xây dựng kịch bản BAU và kịch bản giảm nhẹ phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép.

- *Phạm vi về nội dung*: Luận án thực hiện kiểm kê phát thải KNK dựa trên cơ sở xây dựng hệ số phát thải, từ đó xây dựng kịch bản phát thải KNK và đề xuất giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam. Bên cạnh đó, luận án tiến hành đánh giá tác động đến kinh tế - xã hội trong việc thực hiện các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam.

3.2. Đối tượng nghiên cứu

Luận án tập trung vào việc xây dựng hệ số phát thải KNK đặc trưng cho hai công nghệ BOF và công nghệ EAF, từ đó ước tính được lượng phát thải KNK

và làm cơ sở để xây dựng các kịch bản phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam.

Do hạn chế trong việc đo đạc và khảo sát trong bối cảnh Covid và tiếp cận với các nhà máy thép khác, luận án lựa chọn Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên để tiến hành nghiên cứu tính toán hệ số phát thải thông qua việc tiến hành đo đạc nồng độ phát thải KNK tại các nhà máy thuộc công ty. Dây chuyền sản xuất thép của Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên tuy không đặc trưng cho công nghệ BOF, nhưng cũng bao gồm quá trình đốt nhiên liệu của công nghệ BOF và quá trình sử dụng điện của công nghệ EAF. Do đó, bằng việc kết hợp đo đạc hệ số phát thải KNK từ đốt nhiên liệu và tính toán phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện, luận án sẽ tính ra được hệ số phát thải KNK cho công nghệ BOF và công nghệ EAF.

3.3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1: Tổng quan các nghiên cứu trong và ngoài nước

- Tổng quan các nghiên cứu về hiện trạng và phương pháp kiểm kê phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép trên thế giới và Việt Nam;
- Tổng quan về kịch bản giảm phát thải KNK của ngành thép và đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK nói chung.

Nội dung 2: Nghiên cứu xác định hệ số phát thải khí nhà kính của các công nghệ sản xuất thép BOF và EAF ở Việt Nam

- Quan trắc và đo đạc số liệu về nồng độ và lưu lượng phát thải KNK từ các quy trình sản xuất thép có đốt nhiên liệu tại Nhà máy Gang thép Thái nguyên (luyện cốc, luyện gang);
- Quan trắc và đo đạc số liệu về nồng độ và lưu lượng phát thải KNK từ các quy trình sản xuất thép không đốt nhiên liệu tại Nhà máy Gang thép Thái nguyên (luyện thép);
- Khảo sát và thu thập thông tin về tiêu thụ nhiên liệu và điện năng tại Nhà máy Gang thép Thái nguyên;

- Xác định HSPT từ quá trình luyện cốc, luyện gang; đồng thời kết hợp với HSPT mặc định của IPCC cho quá trình luyện thép theo công nghệ BOF để tính ra HSPT chung cho cả quy trình công nghệ BOF;

- Xác định HSPT từ quá trình luyện thép theo công nghệ BOF; đồng thời kết hợp với HSPT lưới điện quốc gia để tính ra HSPT chung cho cả quy trình công nghệ EAF.

Nội dung 3: Xác định phương pháp luận và xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam

- Xác định phương pháp luận

- Xây dựng kịch bản giảm phát thải cơ sở dựa trên phương pháp luận và các HSPT đã xác định được và dự báo sản lượng thép theo các công nghệ BOF và EAF;

- Đánh giá tiềm năng của các nhóm giải pháp giảm phát thải KNK đối với trường hợp Nhà máy Gang thép Thái nguyên (i. Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng; ii. Nhóm giải pháp về sử dụng năng lượng tái tạo; và iii. Nhóm giải pháp về sử dụng nhiên liệu sinh học);

- Xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK dựa trên tiềm năng giảm phát thải của các nhóm giải pháp.

Nội dung 4: Đánh giá tác động của kịch bản giảm phát thải KNK được xây dựng trong luận án đến phát triển KT – XH của Việt Nam

- Mô phỏng các hoạt động KT -XH của Việt Nam bằng mô hình kinh tế xanh (GEM);

- Mô phỏng các can thiệp theo kịch bản giảm phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép đã được xây dựng trong luận án. Từ đó, xác định những thay đổi về kinh tế vĩ mô như GDP và việc làm.

4. Câu hỏi nghiên cứu

1. Phương pháp luận nào có thể được sử dụng để xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK đặc trưng cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam?

2. Việc xác định hệ số phát thải KNK cho các hoạt động sản xuất thép phổ biến ở Việt Nam (BOF và EAF) có tạo ra các kịch bản phát thải KNK có tính đặc trưng cho Việt Nam hay không?

3. Thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK trong sản xuất thép ở Việt Nam sẽ có những tác động như thế nào đến các khía cạnh kinh tế, xã hội và môi trường?

5. Giả thuyết nghiên cứu

- Luận điểm 1: Sử dụng phương pháp quan trắc nguồn thải tại cơ sở sản xuất có thể giúp xác định được hệ số phát thải KNK của các công nghệ sản xuất thép phổ biến ở Việt Nam (BOF và EAF).

- Luận điểm 2: Các hệ số phát thải được xác định trong luận án có thể tạo ra tính đặc trưng cho các kịch bản giảm phát thải KNK của hoạt động sản xuất thép so với các nghiên cứu sử dụng hệ số phát thải mặc định của IPCC.

- Luận điểm 3: Kịch bản giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam có thể mang lại tác động tích cực cả về kinh tế, xã hội và môi trường cho Việt Nam.

6. Đóng góp mới của Luận án

- Về mặt lý luận: Luận án đã đưa ra phương pháp ước tính hệ số phát thải cho hai loại hình công nghệ BOF và EAF ở Việt Nam, nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc tính toán kiểm kê phát thải KNK theo điều kiện thực tiễn của Việt Nam. Từ kết quả hệ số phát thải nghiên cứu được, luận án đã xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép, từ đó tiến hành đánh giá được các tác động của những kịch bản đến sự phát triển kinh tế - xã hội ở Việt Nam.

- Về mặt thực tiễn: thứ nhất, việc xác định các hệ số phát thải riêng cho Việt Nam trong lĩnh vực sản xuất thép giúp cho việc kiểm kê, đánh giá tiềm năng giảm phát thải, xây dựng kịch bản phát thải KNK phù hợp với điều kiện Việt Nam; thứ hai, việc xây dựng được các kịch bản giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép sẽ giúp cho các nhà quản lý trong lĩnh vực sản xuất thép

và các nhà quản lý về BĐKH xác định được các lộ trình để vừa giảm phát thải KNK hiệu quả và vừa đảm bảo phát triển bền vững.

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

7.1. Ý nghĩa khoa học

Hiện nay việc kiểm kê, xác định lượng phát thải KNK ở Việt Nam nói chung và trong sản xuất thép nói riêng đang phải sử dụng các hệ số phát thải mặc định của IPCC, các Tổ chức quốc tế hoặc của các nước phát triển, nên kết quả kiểm kê vẫn còn độ không chắc chắn nhất định. Do đó, luận án đã thử nghiệm áp dụng phương pháp quan trắc nguồn thải để xây dựng được hệ số phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép, phù hợp với điều kiện công nghệ ở trong nước, đánh giá được tiềm năng giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam. Do đó, kết quả nghiên cứu của luận án đã cung cấp cơ sở khoa học phục vụ cho quá trình kiểm kê và xác định lộ trình giảm phát thải trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam.

7.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Ứng dụng được hệ số phát thải khí nhà kính đặc trưng trong điều kiện của Việt Nam nhằm nâng cao chất lượng, độ tin cậy của thông tin về mức phát thải của các công đoạn trong hoạt động sản xuất thép, dự tính tác động của phát thải ngành thép tại Việt Nam;

- Hỗ trợ cho việc xác định chính xác hơn hiệu quả giảm phát thải KNK, từ đó có thể ứng dụng được trong việc xác định các tín chỉ carbon khi thị trường Carbon hoạt động tại Việt Nam.

8. Cấu trúc của luận án

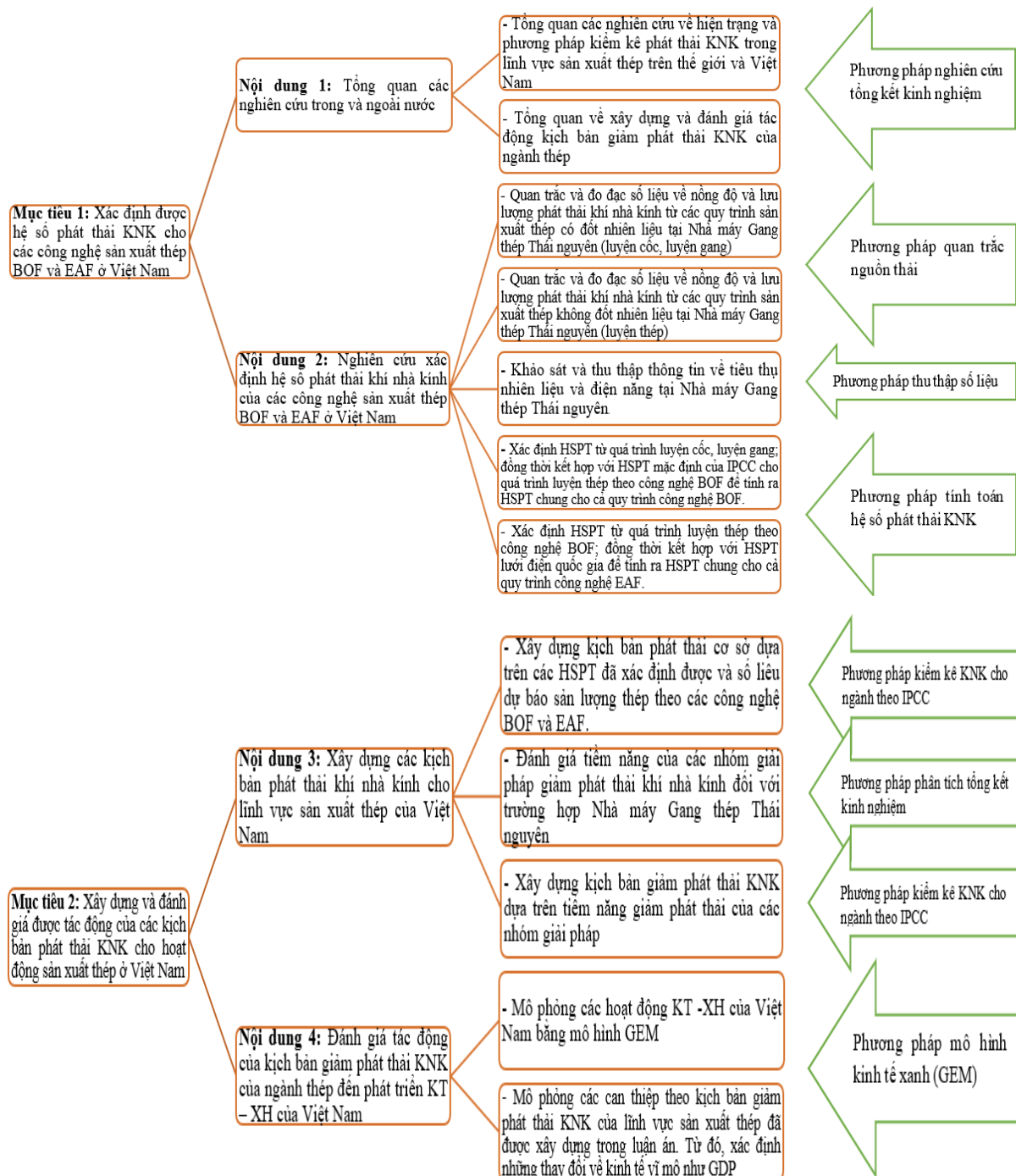
Luận án ngoài phần mở đầu, kết luận và kiến nghị gồm các chương chính như sau:

Chương 1: Tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước về phương pháp luận xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK của sản xuất thép.

Chương 2: Phương pháp nghiên cứu kịch bản giảm phát thải trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam.

Chương 3: Kết quả và thảo luận.

Xuất phát từ mục tiêu nghiên cứu của luận án đó là xác định được hệ số phát thải KNK của các công nghệ sản xuất thép, xây dựng được kịch bản giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam và đánh giá được tác động kinh tế - xã hội của các kịch bản, luận án được thực hiện theo khung nghiên cứu tại hình M.1.



Hình M1. Khung nghiên cứu của luận án

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC VỀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN XÂY DỰNG KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH CHO LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP

1.1. Tổng quan về phát thải khí nhà kính và phương pháp xây dựng kịch bản giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép trên thế giới và ở Việt Nam

1.1.1. Hiện trạng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép

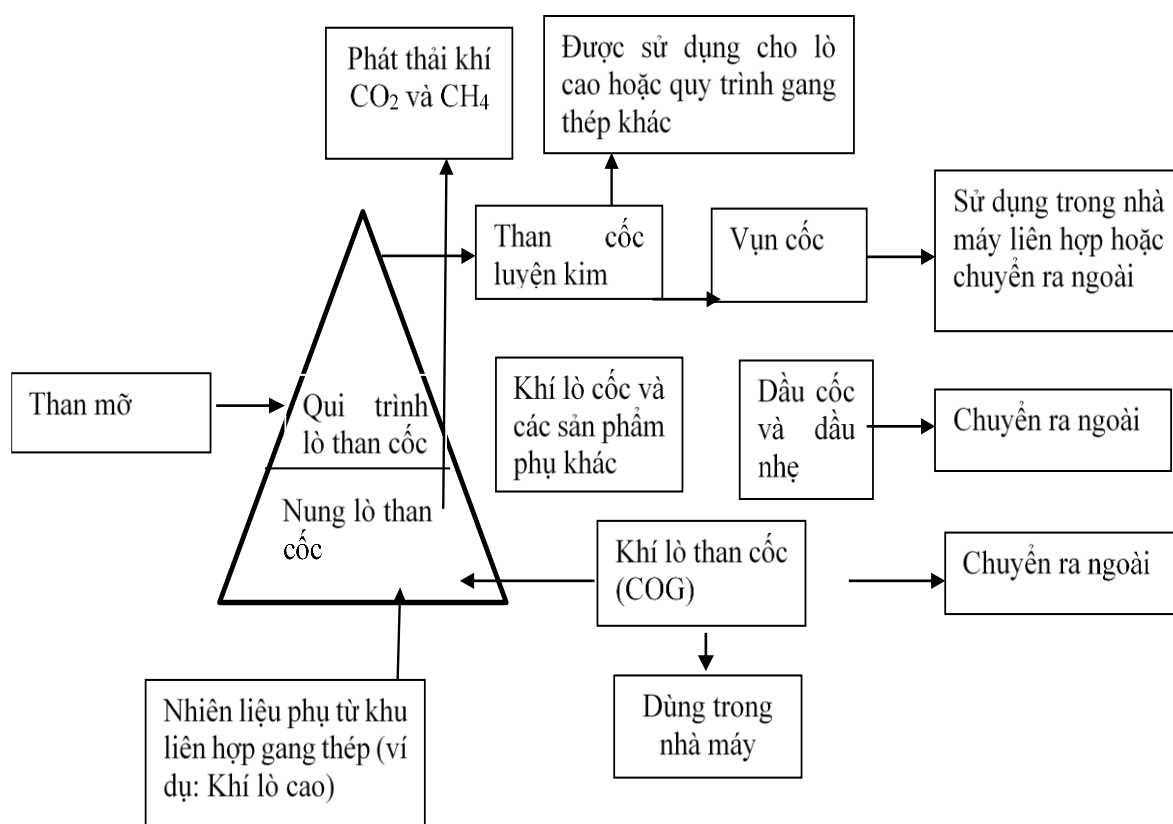
1.1.1.1. Các nguồn phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép

a) Phát thải KNK từ sản xuất than cốc luyện kim

Than cốc luyện kim hầu như được sử dụng trong lò cao để luyện gang và trong những quy trình luyện kim khác như sản xuất gang đúc, hợp kim, chì và kẽm hay trong lò nung để sản xuất vôi hay magnesium. Sản phẩm phụ của quá trình luyện cốc luyện kim là khí lò luyện cốc được dùng làm nhiên liệu cho các công đoạn trong sản xuất gang thép. Khí lò cao được tạo ra trong quá trình đốt cháy cốc trong lò cao để sản xuất gang và được thu hồi, dẫn đến nhà máy luyện cốc và đốt để làm nóng lò luyện cốc hoặc được sử dụng trong thiêu kết quặng sắt. Các nguồn chính phát thải CO_2 và CH_4 là từ khí lò cao và khí lò luyện cốc [17]. Hình 1.1 minh họa quy trình sản xuất than cốc và các nguồn phát thải khí nhà kính.

Sản xuất gang thép thông qua các công đoạn như nung sấy, thiêu kết, nấu chảy nguyên liệu để tạo ra gang, đúc phôi từ gang và cán đều tạo ra 3 dạng chất thải (nước thải; khí và bụi thải; chất thải rắn) với mức độ ô nhiễm khác nhau. Tất cả các công đoạn của sản xuất gang thép đều phát sinh ra lượng khí thải, trong đó nhiều nhất là CO_2 . Đặc biệt, công nghệ luyện gang truyền thống (gồm các công đoạn: thiêu kết, luyện cốc, luyện gang bằng lò cao) do tiêu thụ và sử dụng một lượng than khá lớn (than mỡ luyện cốc và than antraxit phun thổi) làm nhiên liệu nên đã phát ra lượng khí thải (CO_2) lớn nhất so với các công

đoạn luyện thép và cán thép [17]. Trong thực tế, các loại hình công nghệ hiện đang áp dụng trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam tập trung vào 3 loại chính bao gồm: Lò cao – lò chuyển thổi oxy (BF - BOF, 8 tổ máy), Lò hồ quang điện (EAF, 34 tổ máy) và 38 Lò cảm ứng (IF). Nhìn chung, việc áp dụng các công nghệ trong sản xuất thép của Việt Nam sử dụng rất nhiều năng lượng do đó đã tiêu thụ một lượng lớn nguồn nhiên liệu (nhiên liệu khí, lỏng, than các loại và điện) nên thải ra nhiều KNK, đặc biệt là khí CO_2 .



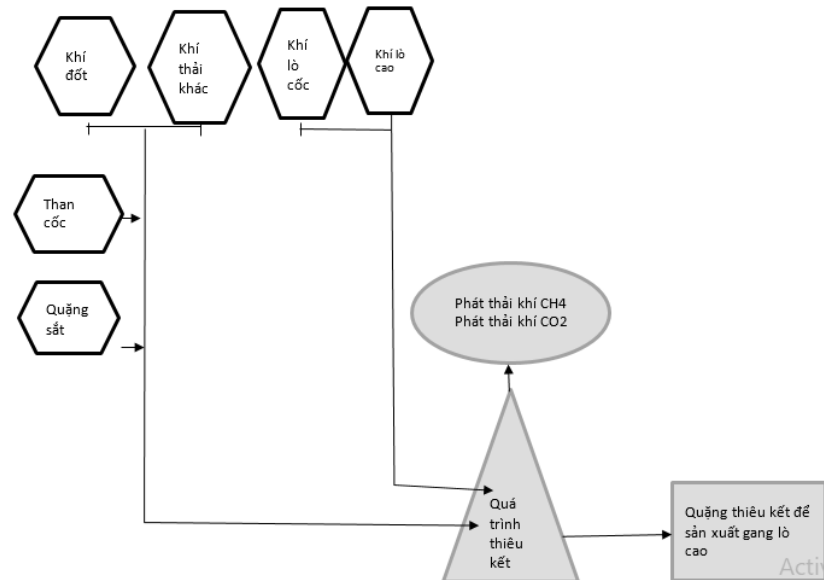
Hình 1.1. Quy trình sản xuất than cốc và các nguồn phát thải KNK

(Nguồn: [17])

b) Phát thải KNK từ sản xuất quặng thiêu kết

Các loại khí CO_2 , CH_4 và các hydrocarbon được tạo ra trong quá trình thiêu kết đốt cháy cốc và các nguyên liệu khác. Quá trình thiêu kết trong nhà máy thép liên hợp tạo ra sản phẩm liên kết từ quặng sắt và các vật liệu chứa sắt. Các nguyên liệu nạp vào quy trình thiêu kết bao gồm: quặng cám sắt, chất trợ

dung, các chất hồi liệu chưa sắt và vụn cốc (có kích thước <5mm). Nhiên liệu cho nhà máy thiêu kết cũng bao gồm khí lò cốc hay khí lò cao [1]. Quá trình thiêu kết và phát thải tương ứng được miêu tả trong Hình 1.2.



Hình 1.2. Minh họa quá trình thiêu kết và phát thải

(Nguồn: [17])

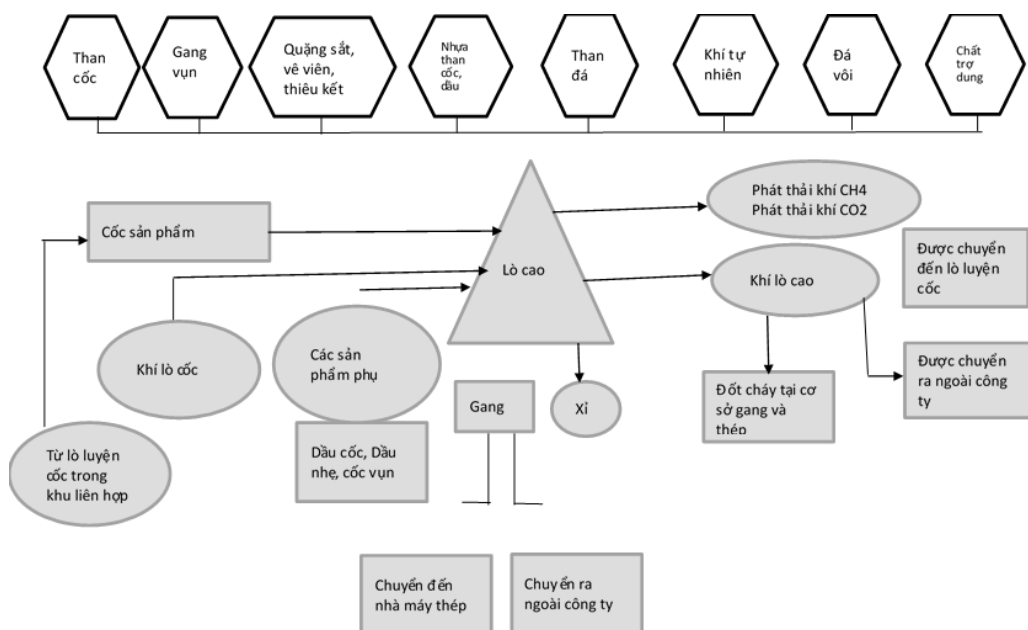
c) Phát thải KNK từ sản xuất quặng vôi viên

Các công đoạn trong quy trình vôi viên bao gồm: nghiền, sấy, tạo viên và gia nhiệt sấy. Nguyên liệu của quy trình vôi viên để tạo ra quặng vôi viên là từ quặng sắt mịn có cỡ hạt hình cầu khoảng 9 – 16 mm ở nhiệt độ cao. Nhiên liệu cho nhà máy vôi viên bao gồm than hay khí đốt thiên nhiên – không thuộc nhà máy liên hợp. Khí lò cốc hay khí lò cao cũng được dùng làm nhiên liệu khi nằm lò vôi viên trong nhà máy thép liên hợp. Lượng phát thải CO₂ phụ thuộc vào hàm lượng carbon và nhiệt trị của nhiên liệu sử dụng và chất lượng của nguyên liệu đầu vào [17].

d) Phát thải KNK từ sản xuất gang

Phần lớn phát thải CO₂ trong quy trình sản xuất gang thép là từ sản xuất gang, đặc biệt sử dụng carbon để hoàn nguyên quặng sắt thành gang. Gang có thể được sản xuất trong nhà máy thép liên hợp hay ở bên ngoài tại nhà máy luyện gang riêng bao gồm lò cao và lò BOF. Carbon được cấp vào lò cao chủ yếu dưới dạng cốc luyện kim nhằm hai mục đích: là chất khử để chuyển hóa oxit sắt thành

sắt kim loại và là nguồn cung cấp nhiệt năng khi carbon và oxy tạo phản ứng tỏa nhiệt. Hình 1.3 mô tả quá trình sản xuất gang và phát thải.



Hình 1.3. Minh họa quá trình sản xuất gang và phát thải

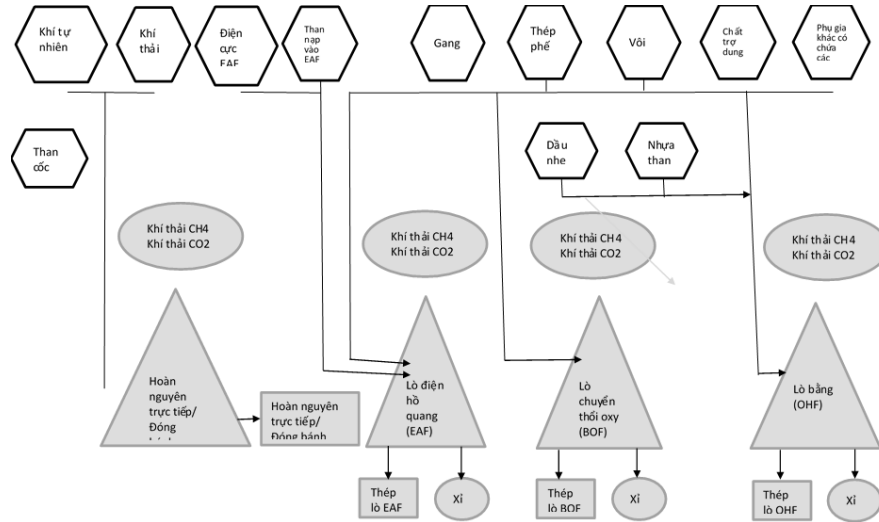
(Nguồn[17])

e) Phát thải KNK từ quá trình luyện thép

Nguyên liệu cho việc sản xuất thép bằng công nghệ BOF là khoảng 70-90% gang lỏng vào thùng lò cùng với 10 – 30% thép phế. Sau đó, khí oxy có độ tinh khiết cao được thổi vào lò, kết hợp với carbon trong gang tạo thành phản ứng tỏa nhiệt, làm nóng chảy thép phế, phụ gia và hạ thấp nồng độ carbon trong thép lỏng. Thông thường, tỷ lệ carbon trong gang lỏng từ lò cao là khoảng 3-4% và cần được giảm xuống dưới 1%, tinh luyện và bổ sung hợp kim để có thể sản xuất ra các chủng loại thép [17].

Đối với lò hồ quang điện EAF, 100% nguyên liệu nạp vào là thép phế, sau đó được nung nóng chảy bằng hồ quang điện từ điện cực carbon, sau đó tinh luyện, bổ sung hợp kim để sản xuất mác thép theo yêu cầu. Khác với quy trình luyện thép bằng công nghệ BF/BOF, trong đó thép được nung chảy bằng phản ứng oxy hóa – khử, trong quy trình luyện thép bằng lò điện hồ quang EAF, thép được nung chảy bằng năng lượng điện. Do vậy, vai trò của carbon trong quy trình luyện thép bằng công nghệ EAF không lớn như trong quy trình luyện

thép BF/BOF. Phát thải CO₂ trong các lò điện hồ quang EAF chủ yếu là từ tiêu thụ điện cực và than phun. Quy trình luyện thép bằng lò BOF và EAF và các nguồn phát thải KNK liên quan được trình bày trong Hình 1.4.



Hình 1.4. Minh họa quy trình sản xuất thép và phát thải

(Nguồn: [17])

1.2.1.2. Hiện trạng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép

Sản xuất thép sử dụng rất nhiều năng lượng (nhiên liệu khí, lỏng, than các loại và điện) nên thải ra nhiều KNK, đặc biệt là khí CO₂. Ngành công nghiệp thép thế giới đã giảm đáng kể phát thải KNK trong những thập kỷ qua bằng cách cải thiện tiết kiệm năng lượng và triển khai các công nghệ mới và thực hành mới nhằm mang lại lợi ích cho môi trường. Trong 50 năm qua, ngành thép đã giảm năng lượng tiêu thụ mỗi tấn thép sản xuất được 61%. Năng lượng thải cũng được thu nhận và sử dụng một cách hiệu quả. Tuy nhiên, do sự cải thiện đáng kể về hiệu quả năng lượng, việc cải thiện thêm trên cơ sở công nghệ hiện có là khá hạn chế. Một nghiên cứu về thép thế giới gần đây cho thấy rằng cường độ năng lượng trung bình để sản xuất thép là thép thô 20 GJ/tấn với tiềm năng cải thiện 15-20%. Điều cần lưu ý là những nhà máy có cường độ năng lượng thấp không nhất thiết phải có thiết bị tiên tiến nhất nhưng hiệu suất của chúng có xu hướng là kết quả của kiến thức vận hành và hệ thống phần mềm tối ưu.

Ngành thép là ngành có nguồn phát thải KNK chính trong tổng phát thải KNK toàn cầu. KNK liên quan nhiều nhất đến ngành công nghiệp thép thế giới là CO₂. Trung bình năm 2018, 1,85 tấn CO₂ đã được phát thải cho mỗi tấn thép được sản xuất. Như vậy, năm 2018 ngành thép thế giới đã thải ra khoảng 3,5 tỷ tấn khí CO₂, chiếm khoảng 8% tổng lượng phát thải KNK toàn cầu. Trong năm 2020, sản xuất thép chịu trách nhiệm trực tiếp về lượng phát thải ~2,6 Gt CO₂ vào năm 2020, chiếm ~7% lượng phát thải toàn cầu và 11% lượng khí thải carbon dioxide (CO₂) toàn cầu, bên cạnh ~1,0 Gt CO₂ từ điện sử dụng của ngành [32].

Theo Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA), ngành gang thép sử dụng nhiều năng lượng và khí thải, chiếm 8% lượng năng lượng sử dụng cuối cùng trên toàn cầu và 7% lượng khí thải CO₂ liên quan đến năng lượng trực tiếp toàn cầu (bao gồm cả khí thải từ quá trình công nghiệp) [40]. Sản xuất sắt và thép phụ thuộc nhiều vào than đá hoặc khí đốt tự nhiên đối với sản xuất quặng sắt, tiêu tốn nhiều năng lượng và khí thải hơn đáng kể so với sản xuất thuần túy dựa trên phế liệu, sử dụng chủ yếu điện cho năng lượng đầu vào. Trong ba thập kỷ qua, tổng mức tiêu thụ năng lượng của ngành đã tăng gấp đôi. Sản xuất tăng trưởng với tốc độ cao hơn một chút là 2,4 lần trong cùng thời kỳ, cho thấy việc cải thiện hiệu quả năng lượng đã giúp giảm nhẹ mức độ sử dụng năng lượng trong sản xuất thép. Nhu cầu thép của thế giới dự kiến sẽ tăng từ 1.880 Mt vào năm 2020 lên tới 2.500 Mt vào năm 2050) [40]. Ấn Độ là nước dẫn đầu về tăng trưởng sản xuất sau đó đến Châu Phi và Trung Đông đứng thứ hai khu vực có tốc độ tăng trưởng sản xuất thép dự kiến cao nhất trong giai đoạn [40]. Sản lượng thép toàn cầu đã tăng hơn gấp đôi từ năm 2000 đến năm 2020. Trung Quốc chiếm 53% sản lượng thép toàn cầu vào năm 2020 [32].

Do đó, ngành gang thép phải thực hiện các bước quan trọng để chuyển đổi quy trình sản xuất nếu muốn góp phần vào quá trình chuyển đổi bền vững của hệ thống năng lượng. Sự phụ thuộc nhiều vào than đá trong sản xuất thép sơ cấp hiện tại, tài sản vốn tồn tại lâu và khả năng cạnh tranh và thương mại quốc tế của ngành khiến quá trình chuyển đổi hướng tới mức phát thải gần như bằng

không này trở nên khó khăn. Chính vì những lý do này mà lĩnh vực này đôi khi được coi là một trong những lĩnh vực “khó giảm phát thải KNK” [40].

Theo chế độ chính sách và công nghệ hiện tại, việc sử dụng năng lượng và phát thải KNK của ngành thép có thể sẽ tiếp tục tăng do nhu cầu thép tăng, đặc biệt là ở các nước đang phát triển, vượt xa mức giảm dần về năng lượng và cường độ phát thải CO₂ trong sản xuất thép đang xảy ra [32].

Theo Hiệp hội sắt thế giới, quặng sắt được khử hóa học để sản xuất thép theo một trong ba lộ trình quy trình sau: BF-BOF, khử nóng chảy hoặc khử trực tiếp. Thép cũng được sản xuất bằng cách nấu chảy phế liệu trực tiếp trong EAF. Các tuyến sản xuất BF-BOF và EAF là phổ biến nhất hiện nay. Vào năm 2020, tuyến sản xuất BF-BOF chiếm khoảng 72% lượng thép thô được sản xuất trên toàn thế giới và sản lượng EAF chiếm khoảng 28% [60].

Trong năm 2019, ngành thép toàn cầu thải ra khoảng 3,6 gigaton khí thải CO₂ (Gt CO₂), trong đó sản xuất thép BF-BOF thải ra khoảng 3,1 Gt CO₂ và sản xuất thép EAF thải ra khoảng 0,5 Gt CO₂. Cường độ CO₂ cao của các EAF ở Trung Quốc và Ấn Độ do sử dụng phần lớn gang hoặc than trực tiếp giảm sắt (DRI) làm nguyên liệu thay vì thép phế liệu trong EAF làm tăng lượng khí thải CO₂ của EAF trên toàn cầu. Dựa trên tổng lượng khí thải của ngành thép được trình bày ở trên và lượng khí thải CO₂ toàn cầu là 33 Gt CO₂ vào năm 2019 được báo cáo trong báo cáo của IEA [41], ngành thép toàn cầu chiếm khoảng 11% tổng lượng khí thải CO₂ toàn cầu.

Bảng 1.1. Tổng lượng khí thải CO₂ từ sản xuất thép ở các quốc gia được nghiên cứu và phần còn lại của thế giới vào năm 2019

Quốc gia	Tổng phát thải CO ₂ từ ngành thép (triệu tấn CO ₂)	Tỷ lệ so với tổng phát thải (%)
Trung Quốc	1967	54,1%
Phần còn lại của thế giới	634	17,4%

Quốc gia	Tổng phát thải CO₂ từ ngành thép (triệu tấn CO₂)	Tỷ lệ so với tổng phát thải (%)
Ấn Độ	239	6,6%
Nhật Bản	187	5,1%
Hàn Quốc	117	3,2%
Nga	108	3,0%
Mỹ	84	2,3%
Đức	56	1,5%
Brazil	55	1,5%
Ukraine	49	1,3%
Việt Nam	34	0,9%
Thổ Nhĩ Kỳ	34	0,9%
Pháp	20	0,6%
Mexico	19	0,5%
Ý	18	0,5%
Canada	15	0,4%

(Nguồn: [36])

Nghiên cứu của Hasanbeigi [35], này đã tiến hành phân tích tiêu chuẩn về cường độ phát thải năng lượng và CO₂ của ngành thép giữa các quốc gia sản xuất thép lớn nhất. Do sự khác biệt về thành phần của ngành thép giữa các quốc gia và sự thay đổi trong tỷ trọng sản xuất thép từ lò hồ quang điện (EAF), một giá trị cường độ duy nhất cho toàn ngành thép không phải là một chỉ số tốt về hiệu quả của ngành thép trong một đất nước. Do đó, ngoài việc tính toán cường độ CO₂ cho toàn ngành thép, nghiên cứu này cũng tính toán riêng biệt cường độ CO₂ liên quan đến các tuyến sản xuất EAF và lò cao-lò oxy cơ bản (BF-BOF) ở mỗi quốc gia.

Tiêu chuẩn quốc tế về cường độ sử dụng năng lượng và cường độ phát thải CO₂ có thể cung cấp một điểm so sánh để dựa vào đó hiệu suất của một công ty hoặc ngành có thể được đo lường với hoạt động của cùng loại công ty hoặc ngành

ở các quốc gia khác. Định chuẩn cũng có thể được sử dụng để đánh giá tiềm năng cải thiện năng lượng và khí thải có thể đạt được bằng cách thực hiện các biện pháp giảm thiểu hiệu quả năng lượng hoặc CO₂. Ngoài ra, ở cấp quốc gia, các nhà hoạch định chính sách có thể sử dụng điểm chuẩn để ưu tiên các phương án tiết kiệm năng lượng và khử carbon, đồng thời thiết kế các chính sách để giảm phát thải năng lượng và KNK [35].

Kết quả của nghiên cứu cho thấy rằng khi xem xét toàn bộ ngành thép, Ý, Hoa Kỳ và Thổ Nhĩ Kỳ có mức thấp nhất và Ukraine, Ấn Độ và Trung Quốc có cường độ phát thải CO₂ cao nhất trong số các quốc gia/khu vực được nghiên cứu. Trong số nhiều lý do, điều này chủ yếu là do tỷ trọng sản xuất thép EAF cao hơn đáng kể trong tổng sản lượng thép ở Ý, Hoa Kỳ và Thổ Nhĩ Kỳ [35].

Một số yếu tố chính có thể giải thích tại sao giá trị cường độ phát thải CO₂ và năng lượng của ngành thép khác nhau giữa các quốc gia là: tỷ lệ thép EAF trong tổng sản lượng thép, hỗn hợp nhiên liệu trong ngành gang thép, hệ số phát thải CO₂ của lưới điện, loại nguyên liệu cho BF-BOF và EAF, mức độ thâm nhập của các công nghệ tiết kiệm năng lượng, hỗn hợp sản phẩm thép ở mỗi quốc gia, tuổi của các cơ sở sản xuất thép ở mỗi quốc gia, công suất sử dụng, quy định về môi trường, chi phí năng lượng và nguyên liệu thô vật liệu và xác định ranh giới cho ngành thép [35].

1.1.2. Các hướng dẫn và phương pháp kiểm kê khí nhà kính từ lĩnh vực sản xuất thép

Tính toán phát thải KNK từ ngành thép liên quan đến việc xem xét các quy trình và hoạt động khác nhau góp phần tạo ra khí carbon dioxide và các phát thải KNK khác. Có nhiều phương pháp tính toán cường độ phát thải CO₂ cho các nhà máy thép và các quy trình cụ thể. Mỗi phương pháp được tạo ra để phù hợp với mục tiêu của một quốc gia hoặc khu vực cụ thể. Trong một số trường hợp, một quốc gia có thể có một số phương pháp tính toán để thực hiện các mục tiêu khác nhau. Mỗi một trong những phương pháp này phản ánh các đặc điểm địa phương độc đáo của một quốc gia hoặc khu vực cụ thể. Do đó, các

phương pháp này không thể được sử dụng để so sánh cường độ phát thải CO₂ của các nhà máy thép ở các quốc gia và khu vực khác nhau.

Nhìn chung, các hướng dẫn, phương pháp kiểm kê phát thải KNK nói chung, bao gồm phát thải từ sản xuất thép, có thể chia thành 2 cấp: cấp quốc gia và cấp địa phương và cơ sở.

1.1.2.1. Các hướng dẫn, phương pháp kiểm kê KNK cấp quốc gia

a) Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC

Phương pháp này liên quan đến việc ước tính lượng phát thải dựa trên mức độ hoạt động và các hệ số phát thải liên quan của các quy trình khác nhau trong ngành thép. Nó xem xét lượng phát thải từ các nguồn trực tiếp như sản xuất than cốc, sản xuất sắt thép và các nguồn gián tiếp như sản xuất điện và nhiệt. Một trong số các hướng dẫn tính toán dấu vết carbon của hoạt động là các Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC. IPCC phân loại tất cả các nguồn phát thải/hấp thụ KNK do con người vào năm lĩnh vực: năng lượng; IPPU; nông nghiệp; sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (LULUCF) và chất thải. Cho đến nay, IPCC đã xuất bản: Hướng dẫn 1996 sửa đổi (GL 1996 sửa đổi), Hướng dẫn thực hành tốt và quản lý độ không chắc chắn trong kiểm kê quốc gia KNK năm 2000 (GPG năm 2000) và Hướng dẫn IPCC năm 2006 (GL 2006) [65].

Các Hướng dẫn này còn phân loại các nguồn phát thải dựa trên tầm quan trọng và mức độ phức tạp của chúng. Các bậc hoặc cấp độ khác nhau cho các quy trình khác nhau, với các bậc cao hơn yêu cầu dữ liệu và tính toán chi tiết hơn. Chẳng hạn, Bậc 1 có thể liên quan đến các hệ số phát thải mặc định, trong khi Bậc 3 có thể liên quan đến các phép đo cụ thể tại địa điểm. Phát thải KNK từ lĩnh vực sản xuất thép của các quốc gia được đệ trình lên UNFCCC trong các Thông báo quốc gia.

b) Hướng dẫn về các phương pháp kiểm kê phát thải KNK và báo cáo theo Thỏa thuận Paris về BĐKH của ESCAP năm 2021

Việc xây dựng Sổ tay Thực hành về Phương pháp Kiểm kê Phát thải KNK và Báo cáo Thỏa thuận Paris được thực hiện thông qua dự án khu vực ESCAP

về Hỗ trợ các quốc gia ở Châu Á - Thái Bình Dương đáp ứng các cam kết đối với Thỏa thuận Paris do Liên bang Nga tài trợ [33].

Tất cả các khuyến nghị và phương pháp tiếp cận để ước tính lượng phát thải do con người tạo ra theo các nguồn và loại bỏ bởi các bể hấp thụ KNK không được kiểm soát bởi Nghị định thư Montreal được xây dựng dựa trên phương pháp được cung cấp trong Hướng dẫn IPCC năm 2006 và các phương pháp bổ sung phối hợp với Hội nghị các bên của UNFCCC. Khi thích hợp, cung cấp các cách tiếp cận và ví dụ về việc sử dụng các phương pháp quốc gia phản ánh đúng nhất hoàn cảnh quốc gia, với điều kiện các phương pháp đó nhất quán với Hướng dẫn của IPCC, dựa trên cơ sở khoa học và được ghi chép đầy đủ [33].

Mỗi phần của Hướng dẫn, mô tả một lĩnh vực cụ thể, cung cấp mô tả về các danh mục nguồn; phương pháp luận để ước tính lượng phát thải và/hoặc loại bỏ KNK; phương pháp lựa chọn dữ liệu hoạt động và các thông số ước lượng; vấn đề xuyên suốt; hoàn thành các bảng báo cáo; kiểm soát chất lượng và ước lượng độ không đảm bảo; khuyến nghị về cách giải quyết các vấn đề điển hình; sàng lọc sẵn có cho một danh mục nguồn cụ thể của Bản cải tiến năm 2019 cho Hướng dẫn IPCC 2006 về Kiểm kê KNK quốc gia.

c) Công cụ xây dựng báo cáo kiểm kê phát thải KNK quốc gia của EPA

Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ (EPA) đã phát triển các công cụ để giúp các nước đang phát triển tăng cường năng lực thể chế của họ nhằm thiết lập, duy trì và cải thiện các hệ thống quản lý kiểm kê bền vững nhằm xây dựng báo cáo kiểm kê KNK hoàn chỉnh, chất lượng cao bằng cách sử dụng Hướng dẫn của IPCC năm 2006.

- Bộ công cụ EPA của Hoa Kỳ để xây dựng các hệ thống kiểm kê KNK quốc gia hiện có để giúp các nhà biên soạn kiểm kê quốc gia xây dựng và nâng cao hệ thống kiểm kê KNK quốc gia phù hợp với hoàn cảnh quốc gia của họ. Bộ công cụ bao gồm bảy mẫu có thể được điều chỉnh để phản ánh hoàn cảnh quốc gia và sau khi hoàn thành, có thể được biên soạn thành Sổ tay Hệ thống Kiểm kê KNK Quốc gia. Bộ công cụ này phù hợp với “hướng dẫn thực hành

tốt” của IPCC, Hướng dẫn của IPCC năm 2006 và các yêu cầu minh bạch mới nhất của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC).

- EPA và Đại học Bang Colorado đã phát triển Phần mềm Kiểm kê KNK trong Nông nghiệp và Sử dụng Đất (ALU) để hướng dẫn người biên soạn kiểm kê trong quá trình ước tính lượng phát thải và loại bỏ KNK liên quan đến các hoạt động nông nghiệp và lâm nghiệp. Phần mềm này dựa trên các phương pháp trong Hướng dẫn của IPCC năm 2006 và đơn giản hóa quy trình xây dựng kiểm kê bằng cách chia phân tích thành các bước riêng biệt.

1.1.2.2. Các hướng dẫn, phương pháp kiểm kê KNK cấp địa phương và cơ sở

Bên cạnh các hướng dẫn kiểm kê KNK cấp quốc gia, trên thế giới cũng đã có các hướng dẫn về phương pháp kiểm kê KNK, bao gồm phát thải KNK từ sản xuất thép, tại cấp địa phương và cơ sở.

a) Nghị định thư toàn cầu về kiểm kê quy mô cộng đồng (GPC)

GPC được phát triển bởi Viện Tài nguyên Thế giới (WRI), Nhóm Lãnh đạo Khí hậu Thành phố C40 (C40) và ICLEI—Chính quyền Địa phương vì Sự Bền vững (ICLEI) trong giai đoạn 2020–2021 để xem xét các nhận xét từ các thành phố và các bên liên quan khác và để cập nhật tài liệu phù hợp với Bản sửa đổi năm 2019 đối với Hướng dẫn của IPCC năm 2006 về Kiểm kê KNK quốc gia [61].

Hướng dẫn phân loại các tiểu lĩnh vực, áp dụng cây quyết định, hằng số, hệ số chuyển đổi và EF được ưu tiên theo Hướng dẫn IPCC 2006 và Bản cải tiến năm 2019 đối với Hướng dẫn IPCC 2006 được sử dụng trong báo cáo kỹ thuật này. IPCC và IPCC 2003 được sử dụng trong trường hợp không thể tìm thấy một số EF, thông số và hệ số chuyển đổi trong Hướng dẫn IPCC năm 2006 hoặc Bản cải tiến năm 2019 2000 đối với Hướng dẫn IPCC 2006 [42].

Theo GPC, sáu lĩnh vực chính mà từ đó phát thải KNK từ các hoạt động của thành phố sẽ được phân loại, bao gồm: năng lượng cố định, giao thông vận tải, chất thải, quy trình công nghiệp và sử dụng sản phẩm (IPPU); Nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất khác (AFOLU) và bất kỳ phát thải nào khác xảy ra bên ngoài ranh giới hành chính do các hoạt động của thành phố [61].

GPC yêu cầu các thành phố sử dụng hai phương pháp khác nhau nhưng bổ sung cho nhau để báo cáo lượng khí thải, như sau:

- Khung phạm vi cho phép các thành phố báo cáo đầy đủ tất cả các phát thải KNK do các hoạt động xảy ra bên trong khu vực địa lý của thành phố.

- Khung do thành phố xác định tính lượng phát thải KNK được cho là do các hoạt động diễn ra bên trong ranh giới lãnh thổ của thành phố. Điều này bao gồm một số nguồn phát thải từ phạm vi 1, 2 và 3. Nó có hai cấp độ báo cáo thể hiện các mức độ hoàn thiện khác nhau.

- + Phương pháp tính toán và dữ liệu sẵn có hơn cho cấp độ cơ bản, bao gồm các nguồn phát thải có mặt ở hầu hết các thành phố (Năng lượng cố định, giao thông vận tải trong ranh giới và chất thải phát sinh trong ranh giới).

- + Mức cơ bản: phản ánh các quy trình tính toán và thu thập dữ liệu khó khăn hơn và bao gồm nhiều nguồn phát thải hơn (nguồn BASIC cộng với IPPU, AFOLU, vận tải xuyên biên giới, tổn thất truyền tải và phân phối năng lượng) [61].

b) Hướng dẫn thực hiện kiểm kê phát thải KNK cấp thành phố

Tài liệu Hướng dẫn thực hiện kiểm kê phát thải KNK cấp thành phố được JICA xây dựng dựa trên tài liệu tham khảo Nghị định thư toàn cầu về Kiểm kê quy mô cộng đồng (GPG) và Hướng dẫn của IPCC năm 2006 [13].

Tài liệu đưa ra các hướng dẫn tính toán lượng phát thải và hấp thụ KNK từ các hoạt động của thành phố, chia theo 5 lĩnh vực chính theo tài liệu của GPC, bao gồm: năng lượng cố định, giao thông vận tải, chất thải, IPPU và AFOLU.

Tài liệu Hướng dẫn đưa ra 3 mức phạm vi tính toán:

- Phạm vi 1: Phát thải KNK từ các nguồn trong ranh giới thành phố.
- Phạm vi 2: Phát thải KNK xảy ra do việc sử dụng lưới điện, nhiệt, hơi nước và/hoặc làm mát trong ranh giới thành phố.
- Phạm vi 3: Tất cả các phát thải KNK khác xảy ra ngoài phạm vi thành phố do các hoạt động xảy ra trong ranh giới thành phố gây ra.

c) Các hướng dẫn của ISO về tính toán phát thải KNK tại cấp cơ sở

Các tiêu chuẩn như ISO 14067 cung cấp các hướng dẫn để tính toán lượng khí thải carbon của sản phẩm, bao gồm cả thép. ISO/TS 14067 là tiêu chuẩn quốc tế mà các tổ chức có thể dựa vào nhằm đo lường, báo cáo và thẩm định KNK từ sản phẩm. ISO 14067 đưa ra các nguyên tắc, quy định và hướng dẫn cho việc tính toán và thông báo PCF dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế về LCA và tiêu chuẩn về dán nhãn môi trường và tuyên bố thông tin sản phẩm. Bộ tiêu chuẩn mới nhất hiện nay là ISO/TS 14067:2013, bao gồm 2 phần: ISO 14067-1 (quá trình lượng hóa CF và kiểm soát, theo dõi việc giảm thiểu KNK của sản phẩm) và ISO 14067-2 (bao gồm các phương pháp luận về hài hòa truyền thông đối với các thông tin CF của sản phẩm). Theo cách tiếp cận này, nghiên cứu của IEA năm 2022 [45] đã tính toán lượng khí thải carbon của thép là 1,4 tấn trên mỗi tấn thép được sản xuất. Nghiên cứu Mckinsey và Hiệp hội Thép Thế giới năm 2022 [40] có kết quả cường độ phát thải carbon cao hơn nghiên cứu của IEA là 1,85 tấn/tấn thép.

Ngoài ra, ISO cũng có hướng dẫn tính toán cường độ phát thải KNK riêng cho lĩnh vực sắt thép, cụ thể là ISO 14404:2013 Phương pháp tính toán cường độ phát thải carbon dioxide từ sản xuất gang và thép. Phần 1: Nhà máy thép với lò cao, Phần 2: Nhà máy thép với lò điện hồ quang (EAF). Các nước hội viên của Hiệp hội Thép thế giới (WSA) hàng năm sử dụng phương pháp này để tính toán hệ số phát thải KNK của ngành thép nước họ và WSA tổng hợp cho ngành Thép thế giới.

- ISO 14404:2013: Phần 1: Nhà máy thép với lò cao quy định các phương pháp tính toán cường độ carbon dioxide (CO_2) của nhà máy nơi thép được sản xuất thông qua lò cao. Hướng dẫn bao gồm hoạt động xác định ranh giới, xác định dòng vật chất và năng lượng và hệ số phát thải CO_2 .

- Hướng dẫn ISO 14404: Phần 2: Nhà máy thép với lò điện hồ quang (EAF): Nhà máy thép với lò cao chỉ định các phương pháp tính toán mà các công ty sử dụng EAF để sản xuất thép có thể sử dụng để đánh giá tổng lượng

khí thải carbon dioxide (CO_2) hàng năm và hệ số phát thải CO_2 trên một đơn vị sản xuất thép của toàn bộ quá trình sản xuất thép.

Bên cạnh nguồn nhập khẩu trực tiếp vào hệ thống, khái niệm giai đoạn trước sản xuất và tín chỉ được áp dụng để thể hiện cường độ CO_2 của nhà máy. ISO 14404:2013 hỗ trợ nhà sản xuất thép thiết lập lượng khí thải CO_2 tại cơ sở. Hướng dẫn ISO 14404:2013 không thể được sử dụng để tính định mức hoặc so sánh cường độ CO_2 của các quy trình sản xuất được vận hành bên trong địa điểm.

Phần này của ISO 14404 hỗ trợ nhà sản xuất thép thiết lập lượng khí thải CO_2 do một địa điểm. Phần này của ISO 14404 không thể được sử dụng để tính điểm chuẩn hoặc để so sánh cường độ CO_2 của các quy trình sản xuất được vận hành bên trong địa điểm.

Ngoài ra, ISO đã ban hành hai tiêu chuẩn cho LCA - là cơ sở cho tất cả các nghiên cứu về LCA, bao gồm: ISO 14040:2006: Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời - Nguyên tắc [43] và khuôn khổ thực hiện LCA; ISO 14044:2006: Quản lý môi trường - Đánh giá vòng đời - Các yêu cầu và hướng dẫn LCA [44]. LCA xem xét toàn bộ vòng đời sản xuất thép, bao gồm khai thác nguyên liệu thô, chế biến, vận chuyển và xem xét kết thúc vòng đời. LCA đánh giá các tác động môi trường liên quan đến từng giai đoạn và tính toán lượng khí thải tương ứng. LCA cung cấp một cách tiếp cận toàn diện nhưng yêu cầu dữ liệu chi tiết và có thể tốn nhiều tài nguyên.

Dựa trên đánh giá vòng đời, nghiên cứu của Hu và nnk năm 2014 [38] đã phân tích mức tiêu thụ năng lượng và tải trọng môi trường khác do sản xuất thép trong ngành gang thép điển hình của Trung Quốc đã được thực hiện. Quá trình chiếm nhiều tải trọng môi trường nhất đã được tìm thấy bằng cách nghiên cứu các quy trình khác nhau trong dây chuyền sản xuất thép. Kết quả chỉ ra rằng quy trình quan trọng nhất là lò cao (BF) là yếu tố chính tạo ra khí thải CO_2 và CO, đồng thời đóng góp nhiều nhất vào tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP) và tiềm năng tạo ozone quang hóa (POCP) [39].

Nghiên cứu của Suer và nnk (2022) sử dụng phương pháp đánh giá vòng đời (LCA), các tác động của sản xuất thép sơ cấp thông qua tuyến lò cao và sản xuất thép thứ cấp dựa trên phế liệu thông qua tuyến EAF được đánh giá. Để đạt được sản xuất thép thân thiện với môi trường, các công nghệ đột phá phải được thực hiện. Với sự chuyển đổi từ sản xuất thép sơ cấp sang thép thứ cấp, nhu cầu thép ngày càng tăng không được đáp ứng do không đủ phế liệu. Trong nghiên cứu này, trọng tâm đặc biệt được đưa ra về các phương pháp tái chế kim loại và thép. Quá trình khử carbon của ngành thép đòi hỏi phải chuyển từ luyện kim dựa trên than sang luyện kim dựa trên hydro và điện. Các kịch bản tạm thời như bơm hydro và sử dụng quặng sắt được khử trước trong lò cao có thể giảm lượng KNK lên tới 200 kg CO₂/tấn kim loại nóng. Các nhà máy khử trực tiếp kết hợp với các đơn vị/lò nấu chảy bằng điện mang đến cơ hội giảm thiểu phát thải KNK. Các kết quả được trình bày cung cấp hướng dẫn cho ngành thép và các nhà hoạch định chính sách về lượng năng lượng điện tái tạo cần thiết cho quá trình khử carbon của ngành thép [55].

Dựa trên thực tiễn của các nhà máy luyện thép tích hợp, nghiên cứu của He và nnk năm 2017 [37] đã xây dựng một mô hình phân tích dòng vật liệu bao gồm ba lớp, tức là vật liệu, sắt và năng lượng được xây dựng ở các cấp độ quy trình để phân tích mức tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải carbon theo nguyên tắc bảo tồn khối lượng và Định luật thứ nhất của nhiệt động lực học. Kết quả cho thấy cường độ năng lượng sơ cấp và lượng khí thải carbon tại Trung Quốc lần lượt là 20,3 GJ/t và 0,46 tC/t thép thô, bao gồm cả quá trình chuẩn bị than cốc và vật liệu phụ trợ. Các giá trị này cao hơn mức trung bình của thế giới đối với lộ trình BF–BOF và có thể được coi là tiêu chuẩn hiệu suất cao về hiệu quả sản xuất thép. Tuy nhiên, tổng mức tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải carbon từ ngành sản xuất thép lần lượt là khoảng 13 095 PJ và 300 MtC, theo ước tính thực hành tốt nhất vào năm 2011 vẫn là những con số lớn để đạt được mục tiêu giảm sự nóng lên toàn cầu. Khả năng giảm carbon tiềm năng sẽ bị hạn chế nếu không có thay đổi đáng kể nào được thực hiện trong ngành thép [37].

1.2. Các nghiên cứu về phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam

Ở Việt Nam, các nghiên cứu tính toán phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép cũng được chia làm 2 nhóm: tại cấp quốc gia (trong đó các kết quả phát thải KNK từ sản xuất thép được thể hiện trong các Thông báo quốc gia và Báo cáo cập nhật 2 năm 1 lần của Việt Nam cho UNFCCC) và các nghiên cứu khác tại cấp cơ sở và địa phương.

1) Kiểm kê phát thải ngành thép trong Báo cáo kiểm kê phát thải KNK của Việt Nam

Việt Nam đã phê chuẩn Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu từ năm 1994. Việt Nam là nước thành viên không thuộc Phụ lục I của Công ước, Việt Nam có nghĩa vụ và trách nhiệm xây dựng các báo cáo quốc gia về BĐKH bao gồm kiểm kê quốc gia KNK để gửi Ban Thư ký UNFCCC.

Triển khai quy định của Công ước, từ năm 2010 đến nay Việt Nam đã thực hiện 5 kỳ kiểm kê quốc gia KNK cho các năm cơ sở 2000, 2010, 2013, 2014 và 2016 phục vụ xây dựng các báo cáo quốc gia về BĐKH và đã gửi Ban Thư ký Công ước theo quy định.

Việc thực hiện kiểm kê quốc gia KNK tuân thủ các hướng dẫn kiểm kê quốc gia KNK của IPCC. Kết quả kiểm kê quốc gia KNK qua 5 kỳ kiểm kê, chưa bao gồm việc tính lượng KNK giảm phát thải, cụ thể:

- Năm 2000: 150,9 triệu tấn CO_{2td};
- Năm 2010: 264,2 triệu tấn CO_{2td};
- Năm 2013: 259,0 triệu tấn CO_{2td};
- Năm 2014: 278,7 triệu tấn CO_{2td};
- Năm 2016: 316,7 triệu tấn CO_{2td}.

Từ năm 2020 trở về trước, mặc dù chưa phải thực hiện nghĩa vụ cắt giảm phát thải KNK, Chính phủ đã ban hành nhiều chính sách và chỉ đạo triển khai các hoạt động giảm phát thải thể hiện nỗ lực của Việt Nam trong ứng phó với BĐKH. Từ năm 2021 trở đi, Việt Nam cam kết giảm phát thải KNK so với mức

phát thải theo kịch bản phát triển thông thường (BAU) đến năm 2030, bao gồm các chỉ tiêu giảm phát thải cụ thể cho từng lĩnh vực.

Kiểm kê phát thải KNK cho hoạt động sản xuất sắt thép năm 2005 không sử dụng số liệu về sản lượng thép mà sử dụng số liệu về nhiên liệu hóa thạch sử dụng làm nguyên liệu đầu vào cho quá trình sản xuất thép. Số liệu này được lấy từ bảng cân bằng năng lượng. Đây là số liệu nhiên liệu hóa thạch dùng cho cả mục đích đốt và nguyên liệu đầu vào nên cách tính này vẫn còn những sai số đáng kể. Tuy nhiên, để tính toán phát thải KNK sử dụng số liệu về sản lượng thép thì cần phải xác định được sản lượng theo từng loại công nghệ (BOF và EAF). Quá trình rà soát số liệu cho tính toán lại không thu thập được số liệu cập nhật cho năm 2005. Do vậy, tính đến thời điểm hiện tại, phương pháp sử dụng số liệu về nhiên liệu vẫn là lựa chọn tốt nhất.

Kiểm kê phát thải KNK cho hoạt động sản xuất sắt thép năm 2010 vẫn không tách biệt được số liệu về nhiên liệu hóa thạch dùng cho mục đích đốt và nguyên liệu đầu vào nên kết quả phát thải KNK được tính một lần theo giả định là tất cả nhiên liệu đều được đốt và báo cáo trong lĩnh vực năng lượng (IE). Để cải thiện mức độ chính xác của kết quả, tính toán lại phát thải KNK sử dụng số liệu về sản lượng thép năm 2010 theo các loại công nghệ được báo cáo trong Niên giám ngành thép năm 2010 của Hiệp hội thép thế giới.

Kiểm kê phát thải KNK cho hoạt động sản xuất sắt thép năm 2013 sử dụng số liệu về tổng sản lượng thép thô năm 2013 theo niên giám thống kê và tỉ lệ thép thô được sản xuất theo các loại công nghệ được báo cáo trong Niên giám thống kê ngành thép năm 2017 của Hiệp hội thép thế giới. Để số liệu và kết quả được mang tính nhất quán, tính toán lại sử dụng số liệu sản lượng theo loại công nghệ được báo cáo trong Niên giám thống kê ngành thép năm 2017 của Hiệp hội thép thế giới.

Kiểm kê phát thải KNK cho hoạt động sản xuất sắt thép năm 2014 sử dụng số liệu sản lượng theo loại công nghệ được báo cáo trong Niên giám thống kê ngành thép năm 2014 của Hiệp hội thép thế giới.

Theo số liệu kiểm kê năm 2016, phát thải KNK từ lĩnh vực IPPU là 46.094,64 nghìn tấn CO_{2td}, đứng thứ hai và chiếm 14,6% trong tỷ trọng phát thải KNK của Việt Nam. Trong lĩnh vực IPPU, phát thải từ lĩnh vực sản xuất sắt thép là 3.858,22 nghìn tấn CO_{2td} (chiếm 8,4%, đứng thứ hai sau phát thải của lĩnh vực xi măng là 79,8%).

2) Kiểm kê phát thải ngành thép trong Báo cáo cập nhật hai năm một lần của Việt Nam

Báo cáo cập nhật hai năm một lần đầu tiên (BUR1); Báo cáo cập nhật hai năm một lần thứ hai (BUR2); Báo cáo cập nhật hai năm một lần thứ ba (BUR3) cũng đã xem xét và tính toán phát thải KNK cho hoạt động luyện kim nói chung và ngành thép nói riêng. Thông thường, phát thải KNK từ hoạt động luyện kim bao gồm hai phần: (i) Phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí), được xếp vào lĩnh vực năng lượng; (ii) Phát thải do sử dụng nguyên liệu hóa thạch (than cốc), được xếp vào lĩnh vực các quá trình công nghiệp. Việc tính toán phát thải vẫn theo tiêu chuẩn của quốc tế về hướng dẫn kiểm kê phát thải KNK.

Theo BUR1, phát thải KNK trong lĩnh vực IPPU được ước tính từ các hoạt động công nghiệp không liên quan đến lĩnh vực năng lượng. Nguồn phát thải chính là từ các quá trình chuyển đổi về hóa học hay vật lý của các loại nguyên liệu thô. Đối với năm 2010, việc tính toán phát thải KNK từ lĩnh vực này chỉ được thực hiện cho hai ngành sản xuất xi măng và sản xuất vôi. Với các ngành khác như sản xuất NH₃, sản xuất các-bua (trong ngành công nghiệp hóa chất) và sản xuất thép (trong ngành luyện kim) không tính phát thải vì số liệu về nhiên liệu dùng trong các phân ngành trên đã được tính chung trong lĩnh vực năng lượng [5]

Theo BUR2, phát thải KNK trong lĩnh vực năm 2013 là 1,018.9 triệu tấn CO_{2td} [6]. Phương pháp kiểm kê quốc gia KNK trong lĩnh vực sản xuất thép được thực hiện theo hướng dẫn của IPCC: Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia KNK, Phiên bản sửa đổi năm 1996; Hướng dẫn thực hành tốt và quản lý độ không chắc chắn trong kiểm kê quốc gia KNK (GPG 2000). Phần lớn hệ số

phát thải được sử dụng cho kiểm kê là các hệ số mặc định trong các tài liệu hướng dẫn kiểm kê của IPCC.

Theo BUR3, phát thải KNK trong lĩnh vực năm 2013 là 1,018.9 triệu tấn $\text{CO}_{2\text{td}}$. [7]. Kiểm kê quốc gia KNK được thực hiện theo các Hướng dẫn của IPCC, bao gồm: Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia KNK phiên bản năm 2006; Hướng dẫn kiểm kê quốc gia KNK năm 2019 hoàn thiện cho IPCC 2006; Các Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia KNK phiên bản năm 1996 sửa đổi; hướng dẫn thực hành tốt và quản lý độ không chắc chắn trong kiểm kê quốc gia KNK năm 2000.

3) Kiểm kê phát thải ngành thép trong Thông báo quốc gia của Việt Nam

Theo Thông báo quốc gia của Việt Nam lần thứ nhất, lượng phát thải KNK tính cho lĩnh vực thép cho năm cơ sở 1994 là 475.2 nghìn tấn $\text{CO}_{2\text{td}}$ [1].

Theo Thông báo quốc gia của Việt Nam lần thứ hai, lượng phát thải KNK tính cho lĩnh vực thép cho năm cơ sở 2000 là 2,535.56 nghìn tấn $\text{CO}_{2\text{td}}$. Theo Thông báo quốc gia của Việt Nam lần thứ ba, lượng phát thải KNK tính cho lĩnh vực thép cho năm cơ sở 2014 là 1.678,02 nghìn tấn $\text{CO}_{2\text{td}}$ [2].

Theo Thông báo quốc gia của Việt Nam lần thứ ba, tổng lượng phát thải KNK từ lĩnh vực IPPU là 38.619,79 nghìn tấn CO_2 tđ. Phát thải từ sản xuất vật liệu xây dựng chiếm tỷ lệ lớn nhất là 91%. Tỷ lệ phát thải từ sản xuất amoniac và luyện kim đều chiếm khoảng 4% [3].

Phương pháp kiểm kê quốc gia KNK trong lĩnh vực sản xuất thép được thực hiện theo các hướng dẫn của IPCC: GL 1996 sửa đổi và GPG 2000. Phần lớn hệ số phát thải được sử dụng cho kiểm kê là các hệ số mặc định trong các tài liệu hướng dẫn kiểm kê của IPCC.

Như vậy, các báo cáo quốc gia về Biến đổi khí hậu gần đây như TBQG1, 2 và 3 và các BUR và các nghiên cứu khác trong nước cũng đã xem xét và tính toán phát thải KNK cho hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép. Thông thường, phát thải KNK từ hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép, bao gồm: (i) Phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí), được xếp vào

lĩnh vực năng lượng; và (ii) Phát thải do sử dụng nguyên liệu hóa thạch (than cốc), được xếp vào lĩnh vực các quá trình công nghiệp. Tuy nhiên, các báo cáo này vẫn còn có những hạn chế nhất định về số liệu hoạt động, phương pháp tính toán và hệ số phát thải. Ví dụ, TBQG 1, 2 và 3 chưa tính toán phát thải KNK tách biệt được hoạt động luyện kim trong lĩnh vực năng lượng mà chỉ tính chung cho hoạt động công nghiệp và xây dựng. Bên cạnh đó, phát thải KNK từ hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép, thuộc lĩnh vực các quá trình công nghiệp chưa tách biệt được với phát thải KNK từ lĩnh vực năng lượng do chưa phân tách được nhiên liệu hóa thạch sử dụng để đốt và sử dụng như là nguyên liệu đầu vào. Ngoài ra, các nghiên cứu hầu như mới chỉ sử dụng phương pháp tính bậc 1 với số liệu thống kê quốc gia về sản lượng sản phẩm và hệ số phát thải mặc định theo Hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC phiên bản 1996 sửa đổi và Hướng dẫn của IPCC năm 2006. Cách tính này có thể đáp ứng được yêu cầu của quốc tế về báo cáo phát thải KNK nhưng không đủ chi tiết để hỗ trợ được quốc gia trong việc triển khai và thực hiện các hoạt động giảm phát thải KNK trong ngành công nghiệp luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép.

Gần đây, trong năm 2022, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã phê duyệt Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT ngày 10 tháng 10 năm 2022 về việc công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê KNK. Trong lĩnh vực các quá trình công nghiệp và sử dụng sản phẩm, hệ số phát thải CO₂ với công nghệ lò thổi BOF là 2,47 tấn CO₂/tấn thép thô và với công nghệ lò hồ quang điện EAF là 0,06 tấn CO₂/tấn thép thô. Tuy nhiên, các hệ số phát thải này chỉ bao gồm phát thải KNK từ quá trình phi năng lượng, chưa bao gồm phát thải từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch.

4) Kiểm kê phát thải ngành thép trong nghiên cứu triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim [17]

Nghiên cứu đã chỉ ra KNK phát thải từ quá trình luyện gang thép được hình thành từ năm nguồn, bao gồm: phát thải từ quá trình luyện cốc, phát thải từ lò

nung, phát thải từ quá trình sản xuất gang, phát thải từ quá trình luyện thép và phát thải từ quá trình vôi viên. Các khí phát thải chính bao gồm CO₂ và CH₄. Lượng KNK phát thải được tính toán dựa trên sản lượng sản xuất và hệ số phát thải KNK, cụ thể hệ số phát thải khí CO₂ và CH₄. Hai hệ số này đóng vai trò quyết định đến kết quả kiểm kê khí phát thải. Tổng phát thải KNK cho lĩnh vực luyện kim đen bao gồm cả phát thải cho lĩnh vực sản xuất gang thép là 38,60 triệu tấn CO_{2td} năm 2019 trong đó, phát thải KNK theo các loại hình công nghệ khác nhau có mức phát thải khác nhau, phát thải KNK theo công nghệ lò thổi BOF là 33,43 triệu tấn CO_{2td}, phát thải KNK theo công nghệ lò thổi EAF là 5,17 triệu tấn CO_{2td} [17]

5) Dự án Sẵn sàng tham gia thị trường carbon ở Việt Nam (VNPMR). CS 2.2: Thí điểm Dự án NAMA được cấp tín chỉ, đề xuất công cụ định giá Carbon và lộ trình áp dụng các công cụ dựa trên thị trường trong ngành Thép đã tính toán cường độ năng lượng và phát thải của ngành thép theo Bảng 1.2 dưới đây.

Bảng 1.2. Sản xuất, phát thải và cường độ phát thải thép Việt Nam (2018)

Loại nhà máy	Ngành thép Việt Nam		Cường độ phát thải (tấn CO ₂ /tấn thép thô)	
	Sản lượng thép thô (Triệu tấn/năm)	Khí thải CO ₂ (triệu tấn CO ₂ /năm)	Việt Nam	Thế giới
BF-BOF	8,17	20,49	2,51	2,30
			Phạm vi 1 (Phát thải trực tiếp): 2,47	Không có
			Phạm vi 2 (điện): 0,04	Không có
			Phạm vi 3: 0,08	Không có
EAF	1,94	1,56	0,8	0,62
			Phạm vi 1 (Phát thải trực tiếp): 0,06	Không có
			Phạm vi 2 (điện): 0,56	Không có
			Phạm vi 3: 0,18	Không có
Tổng	10,1	22,05		

(Nguồn: [9])

6) Đánh giá phát thải KNK trong lĩnh vực thép của Hiệp hội Thép Việt Nam

Theo đánh giá của Hiệp hội Thép của Việt Nam năm 2020, hiện cả nước có trên 300 doanh nghiệp nhỏ và vừa sản xuất gang thép, góp phần tăng trưởng kinh tế, tạo việc làm cho xã hội. Tuy nhiên, do đặc thù của ngành là sử dụng nhiều nhiên liệu hóa thạch (than) nên lượng phát thải khí CO₂ ra môi trường cũng rất lớn. Đặc biệt, quá trình sản xuất gang thép đã tạo ra một lượng lớn các chất thải gây ô nhiễm môi trường với lượng bụi lên tới hàng triệu tấn/năm, thành phần chủ yếu là các oxit kim loại và những loại oxit khác (FeO, MnO, Al₂O₃, SiO₂, CaO, MgO), các loại khí thải chứa CO, CO₂, SO₂, NO₂ gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người mà trực tiếp là những công nhân làm việc trong nhà máy. Đồng thời, việc phát thải lớn lượng KNK như CO₂, NO₂... cũng đã và đang góp phần làm gia tăng BĐKH. Một số công ty sản xuất thép như Hòa Phát, Formosa... cho biết, để sản xuất ra 10 triệu tấn thép thì các nhà máy phát thải ra môi trường khoảng 21 triệu tấn khí CO₂. Việc sử dụng than luyện cốc chính là nguồn phát thải lớn nhất trong các nhà máy sử dụng công nghệ BOF. Phần lớn phát thải và tiêu thụ năng lượng là do các nhà máy sử dụng công nghệ lò thổi ôxy BOF chiếm 77% tổng phát thải trong năm 2018 và tăng lên 92% năm 2025. Trong khi đó, cường độ phát thải tại các nhà máy sử dụng công nghệ EAF (công nghệ luyện thép bằng lò điện hồ quang) ở Việt Nam hiện nay cao hơn so với mức trung bình thế giới 1,5 - 2 lần, lý do chính là do tỷ lệ sử dụng nhiên liệu hóa thạch nhiều trong sản xuất điện. Phát thải toàn ngành năm 2025 dự kiến vào khoảng 122,5 triệu tấn, năm 2030 phát thải khoảng 132,9 triệu tấn CO₂, chiếm 17% tổng phát thải toàn quốc.

7) Nghiên cứu Xây dựng quy trình, phương pháp kiểm kê KNK cho ngành Thép Việt Nam; áp dụng triển khai thí điểm tại nhà máy luyện thép Lưu Xá, Công ty Gang Thép Thái Nguyên

Năm 2012 đã có 2 công trình tính toán phát thải CO₂ của các nhà máy luyện thép bằng lò điện hồ quang ở Việt Nam. Đó là Dự án “Hỗ trợ chính sách phát triển công nghiệp xanh” do UNIDO tài trợ và Đề tài “Xây dựng quy trình,

phương pháp kiểm kê KNK cho ngành Thép Việt Nam; áp dụng triển khai thí điểm tại nhà máy luyện thép Lưu Xá, Công ty Gang Thép Thái Nguyên” do KS. Phạm Chí Cường ở Hiệp hội Thép Việt Nam làm chủ nhiệm. Luận án đã sử dụng phương pháp tính toán phát thải CO₂ theo Hướng dẫn IPCC 2006 và kết quả đạt được là tổng phát thải CO₂ của Nhà máy luyện thép Lưu Xá năm 2010 là 150.496,65 tấn CO₂ và hệ số phát thải CO₂ là 0,451 tấn CO₂/tấn thép thô.

1.3. Tổng quan về kịch bản giảm phát thải KNK của ngành thép và đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK nói chung

1.3.1. Thế giới

Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng lượng khí thải CO₂ do sản xuất thép toàn cầu sẽ gây nguy hiểm cho mục tiêu khí hậu 1,5⁰C trừ khi quá trình sản xuất thép được khử carbon nhanh chóng thông qua các công nghệ sản xuất ít phát thải [57]. Do đó, các nghiên cứu nhấn mạnh sự cần thiết phải phát triển và triển khai các giải pháp công nghệ phát thải thấp cho sản xuất sơ cấp bằng việc đốt than hiện nay ([57]; [54]). Thép sơ cấp thường được sản xuất thông qua quy trình lò cao và lò thổi oxy (BF-BOF), chủ yếu sử dụng than cốc làm nguyên liệu đốt cháy năng lượng và có cường độ phát thải rất cao từ 1,6–2,2 tấn CO₂/tấn thép ([35]; [53]).

Nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng công nghệ BF-BOF thường được sử dụng hầu như không thể khử carbon vì công nghệ này yêu cầu nhiệt độ rất cao lên tới 2000⁰C ([31]; [35]). Quy trình tiên tiến hơn duy nhất khác hiện đang được áp dụng là khử trực tiếp dựa trên khí tự nhiên (NG-DRI). NG-DRI có cường độ phát thải thấp hơn so với BF, nhưng nó không được triển khai rộng rãi vì khí đốt tự nhiên ở hầu hết các quốc gia không cạnh tranh về chi phí với than cốc [50]. Việc đưa thêm hoạt động thu hồi và lưu trữ carbon sau đốt cháy cho công nghệ BF-BOF (hay còn gọi là BF-BOF-CCS) có thể giảm lượng khí thải tới 60%, nhưng điều này là không đủ cho các mục tiêu dài hạn.

Do đó, trong trường hợp sản xuất thép sơ cấp, chỉ có thể đạt được mức giảm CO₂ đáng kể thông qua việc chuyển đổi sang các công nghệ khác. Để giảm phát thải sâu, chiến lược chính là điện khí hóa ([52]; [32]; [46]; [49]). Các

công nghệ được coi là hứa hẹn nhất là khử trực tiếp dựa trên hydro (H₂-DRI) và điện phân quặng sắt ([47]; [59]; [52]). H₂-DRI cho phép điện khí hóa gián tiếp thông qua hydro từ điện phân nước và điện phân sắt cho phép điện khí hóa trực tiếp quá trình sản xuất thép sơ cấp.

Một giải pháp thay thế kém hoàn thiện hơn, nhưng là công nghệ điện khí hóa trực tiếp, là điện phân quặng sắt. Công nghệ này áp dụng điện để giảm quặng sắt và do đó tránh được tổn thất chuyển đổi trong quá trình sản xuất hydro, xảy ra trong trường hợp H₂-DRI. Hai loại điện phân đang ở giai đoạn thí điểm: thứ nhất, điện phân (EW) trong dung dịch kiềm ở nhiệt độ thấp (110⁰C) [62] với một nhà máy thí điểm ở Pháp thuộc dự án SIDERWIN ([]; thứ hai, sử dụng oxit nóng chảy ở nhiệt độ cao với nhiệt độ 1600⁰C [54]. Loại sử dụng nhiệt độ cao này được coi là kém tiên tiến hơn so với loại sử dụng điện ở nhiệt độ thấp hơn [36].

Một số nghiên cứu mô hình hóa các con đường chuyển đổi khu vực, ví dụ: đối với Thụy Điển [46] hoặc Hoa Kỳ [45] và điều tra tiềm năng giảm phát thải của các quốc gia trên theo một năm mục tiêu nhất định.

Aren và nnk (2017) [28] đã tính toán lượng khí thải CO₂ tiềm năng trong tương lai từ sản xuất thép của Đức vào năm 2035 khi xem xét các công nghệ NG-DRI hoặc giảm quá trình nấu chảy, thay thế than cốc bằng than nghiền thành bột [63]. Họ phát hiện ra rằng cường độ phát thải của các công nghệ này vẫn còn quá cao để đạt được các mục tiêu về khí hậu. Do đó, họ khuyến nghị đưa vào các giải pháp thay thế công nghệ hơn, chẳng hạn như H₂-DRI hoặc điện phân quặng sắt.

Các nghiên cứu khác đã phát triển các lộ trình chuyển đổi cho ngành thép và so sánh lượng khí thải tích lũy trong tương lai của các lộ trình này với ngân sách carbon toàn cầu. Tong và nnk. (2019) [57] cho thấy chỉ riêng lượng khí thải của các nhà máy công nghiệp hiện tại sẽ làm cạn kiệt toàn bộ ngân sách carbon toàn cầu đối với kịch bản 1,5⁰C, nếu được vận hành cho đến khi hết tuổi thọ trung bình. Ước tính lượng khí thải tích lũy trong tương lai vào năm 2050 từ

ngành thép toàn cầu theo các kịch bản cải thiện hiệu quả. Ngay cả các kịch bản hiệu quả nghiêm ngặt nhất của họ cũng sẽ vượt quá ngân sách $1,5^{\circ}\text{C}$ của ngành cho ngành thép hơn 100%, nếu ngân sách toàn cầu được phân bổ cho các ngành dựa trên tỷ lệ phát thải hiện tại. Tương tự, Ryan và nnk (2020) [54] nhấn mạnh rằng cần phải hành động ngay lập tức để ngành thép ở Hoa Kỳ đạt được mức giảm tuyến tính 70% lượng khí thải vào năm 2050.

Nghiên cứu của Benavides và nnk năm 2022 [29] tiến hành đánh giá kinh tế kỹ thuật của hai công nghệ sản xuất thép phát thải thấp và đánh giá việc triển khai chúng trong các kịch bản giảm thiểu phát thải bằng cách sử dụng mô hình Phân tích Chính sách và Dự báo Kinh tế MIT (EPPA). Hai công nghệ là sản xuất thép là: trang bị thu hồi và lưu trữ carbon (CCS) và sản xuất thép dựa trên hydro. Phân tích kinh tế kỹ thuật của nghiên cứu này dựa trên tình trạng công nghệ hiện tại cho thấy việc sản xuất thép được trang bị thu hồi và lưu trữ carbon làm tăng chi phí $\sim 7\%$ so với công nghệ thép thông thường. Việc sản xuất thép dựa trên hydro đã tăng chi phí lên $\sim 18\%$ và $\sim 77\%$ khi sử dụng hydro xanh. Các lộ trình chính xác để sản xuất hydro ở các khu vực khác nhau trên thế giới và triển khai CCS và hydro trong sản xuất thép có tính đầu cơ cao vào thời điểm này, nhưng các hành động dưới hình thức nghiên cứu và phát triển (R&D), trình diễn công nghệ, chuyển giao công nghệ, phát triển cơ sở hạ tầng và khuyến khích chính sách có thể tăng tốc thúc đẩy quá trình chuyển đổi sang ngành sản xuất thép phát thải thấp. Phát hiện của nghiên cứu này có thể được sử dụng để giúp những người ra quyết định đánh giá các lựa chọn khử carbon khác nhau và thiết kế các lộ trình hiệu quả về mặt kinh tế để giảm lượng khí thải trong ngành thép và các ngành khó giảm thiểu khác. Đánh giá chi phí của nghiên cứu này cũng có thể được sử dụng cho các mô hình đánh giá tích hợp và kinh tế năng lượng khác để cung cấp thông tin chuyên sâu về lộ trình khử carbon trong tương lai.

Nghiên cứu của Carina và nnk năm 2022 [30] này nhằm mục đích xác định lộ trình khử carbon nào có thể đạt được mức giảm phát thải mạnh nhất của ngành gang thép ở Đức vào năm 2050. Ngoài ra, nghiên cứu này ước tính liệu ngành

gang thép của Đức có thể duy trì trong phạm vi ngân sách carbon của ngành ở mức $1,5^{\circ}\text{C}$ hay mục tiêu $1,75^{\circ}\text{C}$. Nghiên cứu này đã phát triển ba kịch bản khử carbon cho quá trình sản xuất thép của Đức: kịch bản điện khí hóa, sử dụng than và kịch bản thu hồi và lưu trữ carbon (CCS). Theo các kịch bản khử carbon, lượng khí thải CO_2 hàng năm giảm tới 83% vào năm 2050 so với năm 2020. Mức giảm phát thải tích lũy vào năm 2050 nằm trong khoảng từ 24% (360 Mt CO_2) theo kịch bản điện khí hóa cho đến mức tối đa là 46% (677 Mt CO_2) trong kịch bản CCS so với kịch bản tham chiếu. Điều này chứng minh rõ ràng rằng lộ trình công nghệ có ý nghĩa quan trọng. Tuy nhiên, ngành thép của Đức sẽ vượt quá ngân sách CO_2 của ngành cho kịch bản nóng lên $1,5^{\circ}\text{C}$ từ năm 2023 đến năm 2037. Do đó, cần sớm có các biện pháp quyết liệt để hạn chế đầy đủ lượng khí thải CO_2 trong tương lai từ ngành sản xuất thép của Đức, chẳng hạn như khử carbon nhanh chóng trong hỗn hợp điện, xây dựng cơ sở hạ tầng hydro và CCS hoặc ngừng hoạt động sớm các lò đốt than hiện tại.

Theo nghiên cứu của Zhaoling và Tatsuya năm 2022 [64], để đạt được tính trung hòa carbon trong ngành công nghiệp sắt thép khó giảm thiểu đòi hỏi phải có biện pháp giảm thiểu khả thi ở cấp độ nhà máy. Kết quả của nghiên cứu cho thấy sự kết hợp giữa chính sách thuế, chính sách môi trường và sản xuất điện ít carbon có thể thay đổi cơ cấu năng lượng và sản xuất gang thép. Điều khả thi là đến năm 2060, năng lượng tái tạo có nguồn gốc hydro có thể đóng góp tới 86% tổng năng lượng tiêu thụ và lượng khí thải CO_2 có thể giảm 83% so với năm 2015, cùng với các lợi ích liên quan đến việc giảm chất gây ô nhiễm không khí và lượng khí thải thủy ngân. Tiếp tục triển khai thu giữ và lưu trữ carbon, tái chế năng lượng thải và lò hồ quang điện có thể đưa ngành công nghiệp sắt thép của Trung Quốc tiến gần hơn đến mức trung hòa carbon.

Cũng ở Trung Quốc, nghiên cứu của Hasanbeigi và nnk năm 2023 [35] đã phân tích hiện trạng của ngành thép Trung Quốc và phát triển các kịch bản cho năm 2050 để đánh giá các lộ trình khử carbon khác nhau có thể làm giảm đáng kể

lượng khí thải CO₂ của ngành thép ở Trung Quốc. Sau khi phân tích tình trạng hiện tại của ngành thép Trung Quốc cũng như cường độ năng lượng và CO₂ của ngành, nghiên cứu này đã phát triển lộ trình khử carbon đến năm 2050 cho ngành thép Trung Quốc bằng cách sử dụng bốn kịch bản chính: Kịch bản Phát triển thông thường (BAU); Kịch bản Chính sách và Công nghệ Trung bình Kịch bản Chính sách và Công nghệ Tiên tiến (Nâng cao); và Kịch bản Phát thải bằng không.

- Kịch bản Phát triển thông thường (BAU): Kịch bản BAU giả định hiệu quả năng lượng và chuyển đổi nhiên liệu được cải thiện chậm và việc áp dụng các công nghệ CCUS chậm, điều này có thể xảy ra với các thông lệ sản xuất như hiện tại cũng như các chính sách và quy định hiện hành.

- Kịch bản Chính sách và Công nghệ Trung bình (Trung bình): Kịch bản này giả định cải thiện hiệu quả năng lượng cao hơn, nhiều nhiên liệu chuyển sang nhiên liệu carbon thấp hơn và tốc độ chuyển sang sản xuất thép EAF cao hơn một chút. Nó cũng giả định việc áp dụng các công nghệ CCUS thấp.

- Kịch bản Chính sách và Công nghệ Tiên tiến (Nâng cao): Kịch bản này giả định cải thiện hiệu suất năng lượng cao hơn đáng kể bằng cách sử dụng các công nghệ có sẵn trên thị trường, chuyển đổi nhiên liệu tích cực hơn sang nhiên liệu carbon thấp hơn và chuyển sang sản xuất thép EAF dựa trên phế liệu và áp dụng một lượng nhỏ các công nghệ biến đổi chẳng hạn như H₂ DRI-EAF.

- Kịch bản Phát thải bằng không: Kịch bản này giả định cải thiện hiệu quả năng lượng tích cực nhất bằng cách sử dụng các công nghệ có sẵn trên thị trường, chuyển đổi nhiên liệu tích cực hơn sang nhiên liệu carbon thấp hơn và tỷ lệ chuyển đổi sang sản xuất thép EAF dựa trên phế liệu cao nhất và áp dụng vừa phải H₂ DRI -EAF luyện thép.

Theo theo kịch bản BAU, do giảm nhu cầu thép, cải thiện hiệu quả năng lượng vừa phải, chuyển đổi công nghệ (chủ yếu sang tuyến sản xuất EAF) và khử carbon của lưới điện, lượng khí thải CO₂ hàng năm sẽ giảm 54% từ năm 2020 đến năm 2050. Sản lượng thép của Trung Quốc giảm 23% trong cùng kỳ theo kịch

bản BAU. Kịch bản Net-Zero có mức giảm phát thải CO₂ hàng năm lớn nhất trong ngành thép, vì kịch bản này bao gồm sự đóng góp đầy tham vọng hơn trong việc giảm nhu cầu, các biện pháp tiết kiệm năng lượng, chuyển đổi nhiên liệu, chuyển đổi công nghệ sang sản xuất thép carbon thấp và CCUS. Theo kịch bản Net-Zero, tổng lượng khí thải CO₂ từ ngành thép Trung Quốc sẽ giảm xuống còn khoảng 78MtCO₂ mỗi năm vào năm 2050, giảm 96% so với mức năm 2020.

Nghiên cứu của Pinto và nnk năm 2018 [53] ước tính tiềm năng và chi phí để giảm thiểu phát thải CO₂ trong ngành sản xuất thép của Brazil. Hai kịch bản chính được xây dựng: (1) kịch bản tham khảo xem xét xu hướng thực tế của ngành thép; và (2) kịch bản khuyến khích sử dụng than từ rừng trồng để tăng thêm năng lực sản xuất thép. Ngoài ra, tác động của 13 công nghệ hiện có tốt nhất (BAT) và một công nghệ đột phá (TGRBF) đối với lĩnh vực công nghiệp đã được tính toán cho cả hai kịch bản. Các phát hiện cho thấy việc tăng sử dụng than củi trong sản xuất gang từ 23,0% lên 32,5% có thể giảm tổng lượng khí thải CO₂ xuống 11,3% vào năm 2050, trong khi việc áp dụng BAT và TGRBF trong các nhà máy thép mới có thể giảm mức phát thải CO₂ vào năm 15,6 %. Nếu cả hai tác động được xem xét, tiềm năng giảm CO₂ sẽ đạt 23,2% vào năm 2050. Khi công nghệ TGRBF được phát triển theo lộ trình dựa trên than cốc, một sự thay đổi cấu trúc đơn giản đối với than củi (không sử dụng BAT) có thể kém hiệu quả hơn trong việc giảm lượng khí thải CO₂ tích lũy hơn là áp dụng BAT trong một kịch bản mà không có sự thay đổi về cấu trúc. Tuy nhiên, xét về mặt chi phí, việc chuyển sang sử dụng than củi ngày càng tăng sẽ ít tốn kém hơn. Do đó cần có những khuyến khích đúng đắn trong ngành để đạt được mức cắt giảm như vậy.

Nghiên cứu của Garvey và nnk năm 2022 [34] được thực hiện nhằm mục đích: a) đánh giá tiềm năng giảm thiểu của các tùy chọn công nghệ hiện tại (không bao gồm CCS) đối với ngân sách tích lũy phù hợp với mục tiêu phát thải ròng bằng 0 và giả định nhu cầu thép không đổi; b) để đánh giá tiềm năng của hiệu quả vật liệu để thu hẹp bất kỳ thiếu hụt giảm thiểu nào, (trong đó hiệu quả

vật liệu cung cấp cùng một 'dịch vụ' hữu ích với đầu vào ít vật liệu sử dụng nhiều năng lượng hơn); c) thảo luận về tầm quan trọng của các giả định ngân sách ngành và những điều không chắc chắn khác trong việc ước tính quy mô giảm thiểu trong tương lai mà ngành yêu cầu và các tác động chính sách của điều này. Nghiên cứu này đã lập mô hình bốn kịch bản công nghệ chính bao gồm: trang bị thêm cho nhà máy thép, thay thế công nghệ sản xuất thép theo tiêu chuẩn thực hành tốt nhất, chuyển đổi nhiên liệu sang sản xuất Lò hồ quang điện (EAF) lớn hơn và triển khai các công nghệ mới được chọn, theo các cấp độ tham vọng khác nhau. Các kịch bản công nghệ có thể giảm phát thải KNK (GHG) tích lũy (2016–2050) tới 44% so với mức cơ sở không đổi, trong khi các kịch bản kết hợp công nghệ và hiệu quả vật liệu có thể đạt mức giảm tới 53%. Nhóm nghiên cứu nhận thấy rằng mặc dù quá trình khử carbon điện lưới và giảm nhu cầu sớm hơn có thể đạt được mức giảm thiểu bổ sung, nhưng về lâu dài vẫn có thể cần một số công suất CCS để giải quyết lượng khí thải còn lại. Trong trường hợp tham vọng nhất, lượng phát thải KNK tuyệt đối từ ngành thép giảm 80% vào năm 2050 so với mức năm 2016, giả sử khử carbon trong lưới điện sẽ thấy rằng các biện pháp can thiệp hiệu quả nhất là thông qua các công nghệ đã được thiết lập, chẳng hạn như trang bị thêm, thay thế và sản xuất EAF.

Như vậy, nhiều nghiên cứu trước đây đã điều tra riêng lẻ tiềm năng giảm phát thải của các công nghệ khác nhau ([35]; [51]; [56]; [58]; [63]). Trong số này, chỉ một số ít xem xét công nghệ điện phân sắt mới ([34]; [59]). Bên cạnh đó, trong các nghiên cứu, các lộ trình khử carbon chủ yếu được đánh giá ở cấp quốc gia hoặc ngành, trong khi các đặc điểm cụ thể của nhà máy và sự khác biệt giữa các vùng về điều kiện kinh tế xã hội chưa được đánh giá.

1.3.2. Việt Nam

1.3.2.1. Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định của Việt Nam

Trong NDC cập nhật của Việt Nam 2022 [8], phát thải KNK của ngành thép được tính trong lĩnh vực IPPU với phương pháp tính toán theo GL 2006 Bậc 1. Về

xây dựng kịch bản giảm phát thải: BAU cho lĩnh vực IP được xây dựng theo Hướng dẫn về kiểm kê quốc gia KNK của IPCC phiên bản sửa đổi năm 1996 (GL1996 sửa đổi), phiên bản 2006 (GL 2006) và Hướng dẫn thực hành tốt và quản lý độ không chắc chắn trong kiểm kê quốc gia KNK (GPG 2000).

Bảng 1.3. Phát thải theo kịch bản phát triển thông thường của lĩnh vực IPPU

Đơn vị: Triệu tấn CO₂tđ

Nguồn phát thải KNK	2014*	2020	2025	2030
Công nghiệp khai khoáng	35,2	53,1	61,1	64,8
Công nghiệp hóa chất	1,7	3,2	5,3	5,6
Công nghiệp luyện kim	1,7	24,2	49,7	69,9
Tổng	38,6	80,5	116,1	140,3

(Nguồn: [8])

Kịch bản cơ sở: Giả định hiệu suất hoạt động của ngành sản xuất thép giai đoạn 2020 đến 2025 bằng 70% so với công suất thiết kế của toàn ngành, giai đoạn 2030 đạt 100% công suất thiết kế năm 2025.

Kịch bản phát triển thấp: Giả định hiệu suất hoạt động của ngành sản xuất thép giai đoạn 2020 đến 2025 bằng 80% so với công suất thiết kế của toàn ngành, giai đoạn 2030 đạt 120% công suất thiết kế năm 2025.

Kịch bản phát triển trung bình: Giả định hiệu suất hoạt động của ngành sản xuất thép giai đoạn 2020 đến 2025 bằng 120% so với công suất thiết kế của toàn ngành, giai đoạn 2030 đạt 150% công suất thiết kế năm 2025.

Kịch bản phát triển cao: Giả định hiệu suất hoạt động của ngành sản xuất thép giai đoạn 2020 đến 2025 bằng 200% so với công suất thiết kế của toàn ngành, giai đoạn 2030 đạt 500% công suất thiết kế năm 2025.

1.3.2.2. Chiến lược tăng trưởng xanh của quốc gia

Ngày 01/10/2021, Thủ tướng chính phủ ban hành Quyết định số 1658/QĐ-TTg, phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 [25]. Chiến lược quốc gia về tăng trưởng

xanh (TTX) đưa ra các kịch bản về TTX, là các kịch bản liên quan trực tiếp đến phát thải KNK, trong đó có lĩnh vực công nghiệp của Việt Nam. Các kịch bản tăng trưởng xanh được xây dựng đến mốc thời gian năm 2050 để đảm bảo phù hợp với phương pháp tính toán và có tính so sánh quốc tế, từ đó đề xuất các mục tiêu, giải pháp cho giai đoạn 2021-2030 và tầm nhìn 2050. Năm 2014 được lựa chọn là năm cơ sở vì (1) phù hợp với mốc thời gian bắt đầu có can thiệp chính sách, biện pháp tăng trưởng xanh khi ban hành Kế hoạch hành động quốc gia về tăng trưởng xanh năm 2014; (2) tính sẵn sàng của cơ sở dữ liệu từ các nguồn chính thống (Tổng cục Thống kê và các bộ ngành) được sử dụng thống nhất đối với tất cả các nhóm ngành. Năm 2014 là năm có số liệu kiểm kê KNK quốc gia và cũng là năm cơ sở để tính toán, đặt mục tiêu trong NDC đã được Chính phủ thông qua và nộp Ban thư ký của UNFCCC.

1.3.2.3. Các nghiên cứu trong nước có liên quan

“*Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim*” của PGS.TS. Trần Xuân Trường năm 2020 [17] đã sử dụng phương pháp kiểm kê phát thải KNK theo GL 2006 để tính toán lượng phát thải KNK trong cho lĩnh vực luyện kim của Việt Nam (luyện kim đen và luyện kim màu) với phương pháp tính toán chi tiết và chỉ dẫn các hệ số phát thải và nguồn số liệu hoạt động. Kết quả tính toán phát thải KNK dựa trên phương pháp này sẽ là tiền đề xây dựng lộ trình giảm phát thải KNK cho lĩnh vực luyện kim của Việt Nam. Đề tài đã sử dụng các phương pháp bao gồm: Phương pháp đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK; Phương pháp phân tích chi phí lợi ích (Cost – Benefit Analysis) để xây dựng lộ trình giảm phát thải KNK của ngành luyện kim giai đoạn 2021 - 2030. Nếu áp dụng các giải pháp giảm phát thải KNK thì đến năm 2025 ngành luyện kim có thể giảm được 15,6 triệu tấn CO₂ tương đương 22,8% và năm 2030 giảm được 19,9 triệu tấn CO₂, tương đương 20,6% tổng phát thải KNK của ngành. Mức độ giảm phát thải KNK của ngành luyện kim chủ yếu là ở tiểu ngành luyện kim đen, chiếm trên 96%. Trong việc tính toán các khí thải trong lĩnh vực luyện kim đen, trường hợp phát

thải CH_4 có được đưa ra trong GL 2006. Tuy nhiên, hệ số phát thải của CH_4 là rất nhỏ, nên đề tài chỉ tính phát thải CO_2 – loại KNK chiếm tới 92% trong tổng phát thải KNK của ngành luyện kim đen.

Trong khuôn khổ dự án VNPMR, Liên doanh RCEE-NIRAS (Việt Nam) và NIRAS A/S (Đan Mạch) đã được trao hợp đồng thực hiện thí điểm NAMA có cấp tín chỉ, giới thiệu các công cụ định giá carbon và xây dựng lộ trình áp dụng các công cụ thị trường (MBIs) trong ngành thép (C.S 2.2) [9]. Dự án đã sử dụng cách thức tính toán và hệ số phát thải của IPCC. Dự án đã dự báo phát thải trong kịch bản BAU dựa trên sản lượng thực tế trong năm, ước tính của BAU (tại thời điểm dự án - 2018) dựa trên mức sản xuất dự kiến và cường độ phát thải cho các nhà máy EAF và BOF được tính toán cho năm 2018 (như năm cơ sở). Việc sản xuất thực tế sẽ được giám sát hàng năm. Kết quả tính toán cho thấy, phần lớn năng lượng tiêu thụ và phát thải KNK sẽ đến từ các nhà máy sử dụng công nghệ BF-BOF. Phát thải từ các nhà máy này chiếm 77% tổng lượng phát thải của ngành thép vào năm 2018, tăng lên 92% vào năm 2025 và 2030. Điều này là do Chính phủ Việt Nam dự kiến rằng một phần hạn chế sản lượng thép thô bổ sung trong tương lai sẽ được sản xuất bởi công nghệ EAF, với tác động đáng kể đến mức phát thải của ngành. Từ năm 2018 đến năm 2025, tỷ lệ phát thải tăng cao. Năm 2025, lượng phát thải sẽ cao khoảng 2 lần so với năm 2018, ước tính khoảng 49,07 triệu tấn CO_2 , khi các nhà máy lớn như Hòa Phát, Dung Quất hay Hoa Sen đi vào hoạt động. Dự án cũng tính toán tiềm năng giảm phát thải cho ngành thép ở Việt Nam thông qua việc tăng cường sử dụng điện tái tạo; carbon có nguồn gốc sinh học; cải thiện hiệu suất luyện gang và thép. Nghiên cứu của Nghiêm Gia và Vũ Trường Xuân năm 2014 [15] thuộc Tổng công ty thép Việt Nam đã đề xuất một số giải pháp giảm phát thải KNK trong công nghiệp luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép, như: nâng cao chất lượng công nghệ đầu vào, hoặc tăng chất lượng quặng để giảm tỷ lệ than cốc sử dụng, lựa chọn công nghệ tiêu hao ít nhiên liệu và thân thiện với môi trường, thay đổi

nhiên liệu, hay, sử dụng loại mỏ đốt tái sinh cho lò nung phôi kết hợp với hệ thống buồng tích/hoàn nhiệt, đầu tư dây chuyền sản xuất cốc theo phương pháp dập cốc khô. Ngoài ra, một phương pháp giảm KNK hiệu quả khác là lựa chọn địa điểm và kết cấu nhà xưởng [17].

Nghiên cứu về việc đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK trong các chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển là hướng nghiên cứu mới, thể hiện được cách thức đánh giá một cách tổng thể sự tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK đến các vấn đề kinh tế - xã hội như kinh tế vĩ mô thông qua sự thay đổi về GDP, nhu cầu sử dụng năng lượng liên quan mật thiết với biến về gia tăng quy mô dân số; các vấn đề xã hội như biến động về lao động việc làm và vấn đề được đề cập trong một số nhiệm vụ, nghiên cứu đó là:

- Báo cáo Tăng trưởng xanh của Việt Nam đã đưa ra (1) Dự báo phát triển kinh tế - xã hội để xác định các yếu tố phát triển kinh tế - xã hội dựa vào mô hình kinh tế lượng vĩ mô, mô hình cân bằng tổng thể toàn nền kinh tế (CGE). Cụ thể, mô hình kinh tế lượng vĩ mô đưa ra dự báo về GDP hàng năm cho toàn nền kinh tế giai đoạn 2020-2050 trong kịch bản phát triển bình thường (giả định chưa thực hiện Chiến lược tăng trưởng xanh) dựa trên các đầu vào: vốn đầu tư toàn nền kinh tế (tính toán dựa trên Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội 2021-2030); dự báo về dân số và lao động của Ngân hàng Thế giới; các số liệu của Tổng Cục thống kê. Với đầu vào là GDP, vốn đầu tư, dân số và lao động toàn nền kinh tế, mô hình CGE đưa ra các dự báo về tăng trưởng GDP hàng năm theo ngành, thay đổi diện tích sử dụng đất nông nghiệp. Mô-đun mô phỏng vi mô với cơ sở dữ liệu là Điều tra mức sống hộ gia đình Việt Nam được cập nhật hàng năm bằng kết quả của mô hình CGE để đưa ra các chuỗi số liệu hàng năm về thu nhập, chi tiêu của các hộ gia đình; (2) Đánh giá tác động của kịch bản phát triển bình thường đến môi trường và xây dựng, đánh giá các kịch bản mô phỏng các giải pháp tăng trưởng xanh cùng tác động tương ứng đến một số ngành, lĩnh vực bằng các mô hình ngành. Trong đó, dữ liệu đầu vào được sử

dụng cho các mô hình ngành như sau: kết quả của mô hình CGE và mô-đun mô phỏng vi mô nêu trên; các hệ số phát thải và giảm phát thải KNK theo tiêu chuẩn, hướng dẫn quốc tế; nồng độ chất gây phát thải; mức tiêu thụ nhiên liệu đối với từng loại hình hoạt động; các chi phí; nguồn tài nguyên; đặc tính kỹ thuật của công nghệ; dân số (nhóm gây phát thải khi tiêu dùng). Trong đó, thông tin về các giải pháp tăng trưởng xanh được đưa vào các mô hình ngành để tính toán chi phí, sản lượng ngành, lượng phát thải KNK, đồng thời thu thập, tính toán số liệu, thông tin về chi phí, lợi ích thực hiện các giải pháp [11].

- Trong khuôn khổ Chương trình tăng cường Hành động Khí hậu (CAEP) thuộc Đối tác NDC (NDCP), Bộ Kế hoạch và Đầu tư phối hợp với Viện Sinh thái và Môi trường (EEI), Viện Tài nguyên thế giới (WRI), Tổ chức Phát triển Hà Lan SNV và KnowledgeSRL thực hiện nghiên cứu lồng ghép các mục tiêu và giải pháp của NDC vào kế hoạch phát triển ở cấp địa phương [27]. Các kết quả đánh giá và phương pháp nghiên cứu được đề xuất trong báo cáo góp phần nâng cao năng lực của các nhà hoạch định chính sách ở cấp địa phương trong việc thực hiện các mục tiêu NDC của Việt Nam. Dự án đã lựa chọn 03 tỉnh Lâm Đồng, Quảng Ninh và Bến Tre để thí điểm thực hiện nghiên cứu, đánh giá tính hiệu quả của việc áp dụng khung chính sách thông qua việc sử dụng mô hình Kinh tế Xanh (GEM). Đối với mỗi tỉnh, các giải pháp được đề xuất sẽ là dữ liệu đầu vào cho GEM nhằm mô phỏng những tác động tiềm tàng của các giải pháp này đối với một số chỉ số kinh tế vĩ mô (tốc độ tăng trưởng, việc làm, v.v...), hệ thống năng lượng, nông nghiệp và mức phát thải đến năm 2050. Việc đánh giá tác động của các kịch bản thực hiện tăng trưởng xanh sẽ cung cấp các thông tin về chi phí và lợi ích, hỗ trợ các nhà hoạch định chính sách trong quá trình đưa ra quyết định.

Tiểu kết chương 1:

Trên thế giới: Việc phát thải KNK trong ngành thép phụ thuộc vào việc sử dụng nhiều năng lượng từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong sản xuất. Bên cạnh đó các nghiên cứu cũng chỉ ra công nghệ BF-BOF phát thải nhiều hơn công nghệ EAF. Tính toán phát thải KNK từ ngành thép liên quan đến việc

xem xét các quy trình và hoạt động khác nhau góp phần tạo ra khí CO₂ và các phát thải KNK khác. Các phương pháp để tính toán phát thải KNK từ sản xuất thép có thể chia ra tại cấp quốc gia, cấp địa phương và cấp cơ sở. Các kịch bản được nghiên cứu xây dựng phục vụ mục đích giảm phát thải KNK và sử dụng các mô hình đánh giá khác nhau với các giả định cụ thể, điển hình là các nghiên cứu của Hasanbeigi và nnk năm 2023 [36], Pinto và nnk năm 2018 [53], Carina và nnk năm 2022 [30], Benavides và nnk năm 2022 [29].

Ở Việt Nam: Việc đánh giá kiểm kê phát thải KNK và xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK được đề cập trong các báo cáo của quốc gia như: Báo cáo kiểm kê KNK, BUR, NDC và nghiên cứu của tác giả Trần Xuân Trường, dự án VNPMR đã cho thấy phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép được xem là nguồn phát thải chính trong lĩnh vực luyện kim. Bên cạnh đó, phương pháp kiểm kê hiện nay vẫn sử dụng các Hướng dẫn của IPCC, bao gồm: GL 2006; GL 2019, GL 1996 sửa đổi, GPG 2000. Các mô hình được sử dụng xây dựng kịch bản giảm nhẹ phát thải KNK bao gồm: Mô hình LEAP cho lĩnh vực năng lượng; mô hình EFFECT cho lĩnh vực giao thông; mô hình ALU cho lĩnh vực nông nghiệp; mô hình COMAP cho lĩnh vực LULUCF; các phương pháp tính toán của IPCC cho lĩnh vực IPPU và chất thải.

Như vậy, các báo cáo quốc gia về Biến đổi khí hậu và các nghiên cứu khác trong nước cũng đã xem xét và tính toán phát thải KNK cho hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép. Thông thường, phát thải KNK từ hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép, bao gồm: (i) Phát thải do đốt nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí), được xếp vào lĩnh vực năng lượng; và (ii) Phát thải do sử dụng nguyên liệu hóa thạch (than cốc), được xếp vào lĩnh vực các quá trình công nghiệp. Tuy nhiên, các báo cáo này vẫn còn có những hạn chế nhất định về số liệu hoạt động, phương pháp tính toán và hệ số phát thải. Ví dụ, TBQG 1, 2 và 3 chưa tính toán phát thải KNK tách biệt được hoạt động luyện kim trong lĩnh vực năng lượng mà chỉ tính chung cho hoạt động công nghiệp và xây dựng. Bên cạnh đó, phát thải KNK từ hoạt động luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép, thuộc lĩnh vực các quá trình công nghiệp chưa tách biệt được với phát thải KNK từ lĩnh vực năng lượng do chưa phân tách được nhiên liệu

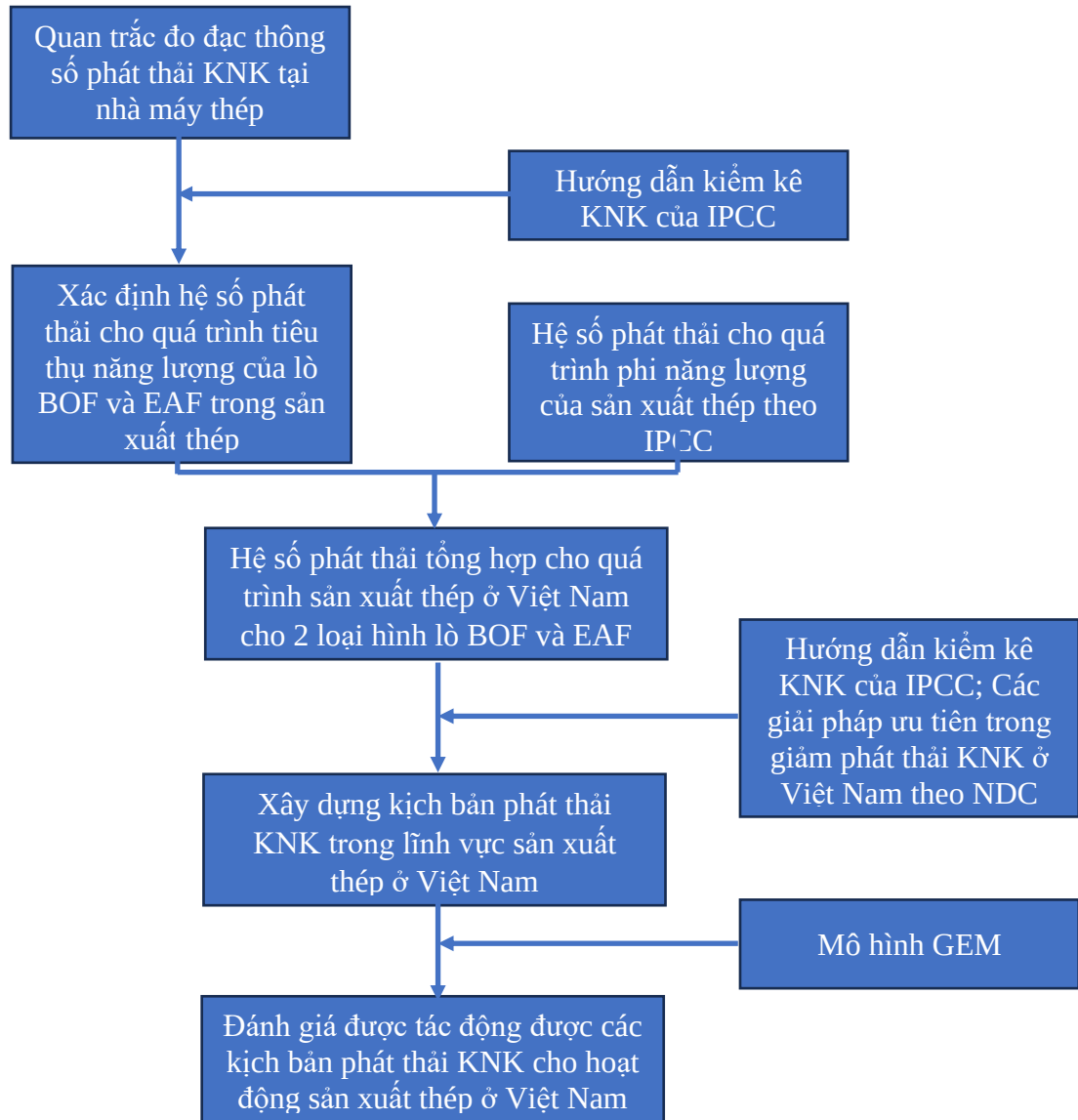
hóa thạch sử dụng để đốt và sử dụng như là nguyên liệu đầu vào. Ngoài ra, các nghiên cứu hầu như mới chỉ sử dụng phương pháp tính bậc 1 với số liệu thống kê quốc gia về sản lượng sản phẩm và hệ số phát thải mặc định theo GL 1996 sử đổi và GL 2006. Cách tính này có thể đáp ứng được yêu cầu của quốc tế về báo cáo phát thải KNK nhưng không đủ chi tiết để hỗ trợ được quốc gia trong việc triển khai và thực hiện các hoạt động giảm phát thải KNK trong ngành công nghiệp luyện kim, bao gồm sản xuất sắt thép.

Bên cạnh đó, các nghiên cứu nhìn chung đã đưa ra được đánh giá về phát thải KNK và xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép, tuy nhiên cách tiếp cận theo hướng sử dụng hệ số phát thải tiếp cận theo hướng cơ sở để tính toán phát thải KNK theo hướng từ dưới lên phục vụ cho việc xây dựng kịch bản giảm phát thải với các công nghệ giảm phát thải theo hai loại hình công nghệ là BOF và EAF thì chưa có nghiên cứu nào, do đó cách tiếp cận này được xem là hướng nghiên cứu mới cho Luận án. Chính vì vậy, nghiên cứu này đã được thực hiện nhằm xác định được hệ số phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam, bao gồm cả phát thải từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch và sử dụng nguyên liệu hóa thạch, và xây dựng kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép nhằm bổ sung vào những khoảng trống của các nghiên cứu trước đây.

CHƯƠNG 2

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU KỊCH BẢN GIẢM PHÁT THẢI TRONG LĨNH VỰC SẢN XUẤT THÉP Ở VIỆT NAM

2.1. Quy trình nghiên cứu của luận án



Hình 2.1. Quy trình nghiên cứu của luận án

Từ số liệu đo đạc và quan trắc phát thải KNK tại các công đoạn sản xuất tại Nhà máy Gang thép Thái Nguyên kết hợp với nguồn số liệu thu thập từ các nghiên cứu dựa trên các hướng dẫn tính toán của IPCC, Luận án đã xác định được hệ số phát thải cho quá trình tiêu thụ nhiên liệu của loại hình công nghệ

sản xuất thép bằng lò cao - lò chuyển (BOF) và lò điện (EAF) trong sản xuất thép. Kết hợp với số liệu dự báo về sản lượng thép theo các công nghệ nói trên ở Việt Nam, luận án đã xây dựng được kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam. Từ đó, bằng việc sử dụng mô hình GEM, Luận án đánh giá được tác động được các kịch bản phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam.

2.2. Cách tiếp cận của luận án

Để thực hiện luận án, nghiên cứu sinh đề xuất thực hiện luận án sử dụng kết hợp cách tiếp cận từ dưới lên và từ trên xuống.

2.2.1. Tiếp cận từ dưới lên

Cách tiếp cận từ dưới lên đi từ việc xác định phát thải của đơn vị phát thải cơ sở là từng nguồn thải tại các cơ sở phát thải (các hoạt động sản xuất cụ thể) để xác định lượng phát thải của doanh nghiệp. Từ các số liệu tính toán phát thải cho từng nguồn thải tổng hợp xác định được lượng phát thải của khu vực hoặc của ngành. Ưu điểm lớn nhất của cách tiếp cận này là tính chính xác cao, tuy nhiên cách tính toán phức tạp hơn phương pháp tiếp cận từ trên xuống nhưng lại có thể áp dụng trong hầu hết các trường hợp. Vì vậy, cách tiếp cận trên được sử dụng trong hầu hết các chương trình kiểm kê cũng như các hoạt động sản xuất, quản lý vi mô.

Trong khuôn khổ luận án, NCS thực hiện đo đạc quan trắc phát thải KNK tại 01 nhà máy sản xuất thép, từ đó tính toán xác định được hệ số phát thải cho quá trình tiêu thụ năng lượng của quá trình sản xuất thép cho hai loại hình công nghệ phổ biến của Việt Nam là BOF và EAF (2 loại hình công nghệ chiếm 87% các loại hình công nghệ sản xuất thép được sử dụng tại Việt Nam). Trên cơ sở đó, kết hợp với hệ số phi năng lượng theo hướng dẫn của IPCC để xác định được hệ số phát thải toàn diện cho các công nghệ BOF và EAF ở Việt Nam.

Việc áp dụng cách tiếp cận từ dưới lên trong phạm vi luận án vẫn còn những hạn chế nhất định. Đó là hạn chế về số lượng nhà máy và số ngày quan

trắc khí thải. Tuy nhiên, luận án cũng kiểm nghiệm được việc áp dụng phương pháp quan trắc khí thải để xác định hệ số phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép, làm tiền đề cho các nghiên cứu về lĩnh vực này trong tương lai.

2.2.2. Tiếp cận từ trên xuống

Từ việc xác định được các hệ số phát thải đặc trưng của công nghệ sản xuất thép ở Việt Nam, luận án sẽ sử dụng cách tiếp cận từ trên xuống trong việc thu thập số liệu về sản lượng hay số liệu hoạt động gang thép từ Hiệp hội gang thép, các số liệu từ báo cáo của Bộ Công Thương để xây dựng các kịch bản phát thải KNK cho ngành thép. Với cách tiếp cận này, lượng thải của ngành thép sẽ được tính toán ước tính từ các số liệu tiêu thụ nguyên liệu, nhiên liệu của toàn ngành đó từ các số liệu thống kê của quốc gia hoặc của địa phương. Cụ thể như, khi có bộ số liệu về lượng than tiêu thụ cho mỗi năm của ngành gang thép cũng như hệ số phát thải ô nhiễm của việc sử dụng than thì có thể dễ dàng tính ra lượng phát thải cụ thể của lĩnh vực gang, thép.

Sau khi đã xác định được các kịch bản phát thải KNK cho ngành thép, luận án sẽ áp dụng mô hình kinh tế xanh (GEM) để đánh giá tác động các kịch bản giảm nhẹ KNK đến kinh tế - xã hội.

Trong khuôn khổ của luận án, phương pháp phân tích tổng kết kinh nghiệm được áp dụng để rà soát hiện trạng về kiểm kê phát thải KNK, xây dựng và đánh giá tác động của các kịch bản phát thải KNK của ngành thép. Cụ thể là, NCS sẽ rà soát các nghiên cứu trong và ngoài nước áp dụng các phương pháp nghiên cứu khác nhau như Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC 2006, Hướng dẫn kiểm kê KNK cấp cộng đồng của GPG 2000, Hướng dẫn về kiểm kê KNK cấp cơ sở theo ISO 14064... Kết quả sẽ đánh giá được những vấn đề đã làm được và những khoảng trống từ đó xác định được hướng nghiên cứu phù hợp cho luận án.

Bên cạnh đó, phương pháp phân tích tổng kết kinh nghiệm cũng sẽ được áp dụng để rà soát tiềm năng giảm phát thải KNK của các nhóm giải

pháp giảm nhẹ được đánh giá trong khuôn khổ luận án: (i) Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng; (ii) Nhóm giải pháp về sử dụng năng lượng tái tạo; và (iii) Nhóm giải pháp về sử dụng nhiên liệu sinh học. Từ đó, ước tính lợi ích giảm phát thải KNK của việc áp dụng các giải pháp này ở phạm vi cấp cơ sở (đối với Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên) và phạm vi ngành (lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam). Để xây dựng được hệ số phát thải KNK cho sản xuất thép, Luận án tiếp cận theo hướng sau:

Quá trình sản xuất thép đòi hỏi phải sử dụng năng lượng rất lớn cả sơ cấp (than, dầu, khí) và thứ cấp (điện). Bên cạnh đó, than cốc cũng được sử dụng như là một nguồn nhiên liệu đầu vào cho sản phẩm. Nhìn chung, việc đốt nhiên liệu hóa thạch, sử dụng điện và than cốc là những nguyên nhân chính gây phát thải trong quá trình luyện kim. Tuy nhiên, các loại hình công nghệ luyện kim như hỏa luyện, thủy luyện và điện phân sẽ gây ra những lượng phát thải khác nhau. Do đó, để xây dựng được một cơ sở khoa học cho việc tính toán và dự báo phát thải cho các hoạt động sản xuất thép thì điều tiên quyết là cần phải xác định được một cách chi tiết các quy trình sản xuất với các công nghệ được sử dụng và nguyên, nhiên liệu được sử dụng ở từng khâu. Bên cạnh đó, cũng cần xác định được khí thải, và thành phần khí thải ở từng khâu trong quá trình sản xuất thép. Từ đó, xây dựng các phương pháp tính phù hợp với đặc trưng nguyên, nhiên liệu và công nghệ ở Việt Nam.

Cơ sở của quy trình đánh giá phát thải KNK dựa trên nội dung kiểm kê nguồn thải, từ đó tập trung nguồn lực vào đánh giá mức độ phát thải của các cơ sở sản xuất với mức độ đầu tư công nghệ khác nhau và từ đó xây dựng dải hệ số phát thải KNK chính của ngành công nghiệp này.

Kiểm kê nguồn thải (hay kiểm kê nguồn ô nhiễm - KKNT) là quá trình xây dựng một danh mục đầy đủ về các nguồn gây ô nhiễm môi trường và thải lượng ước tính của chúng tại một vùng địa lý cụ thể trong một khoảng thời gian xác định. Các loại kiểm kê có thể bao gồm: kiểm kê khí thải; kiểm kê nguồn ô

nhễm môi trường nước; kiểm kê việc thải bỏ chất thải rắn, kiểm kê việc xả thải chất độc hại; hay kiểm kê một chất cụ thể,...

KKNT giúp nhận diện nguồn gốc chất ô nhiễm, loại hình hoạt động gây phát thải, mức độ và quy mô của các quá trình thải bỏ chất ô nhiễm vào môi trường từ đó cho phép đánh giá quy mô và mức độ của các vấn đề ô nhiễm môi trường trong một phạm vi không gian, thời gian xác định.

KKNT là một công cụ quan trọng trong đánh giá, quản lý môi trường và nâng cao hiệu quả sản xuất. KKNT thông qua các công cụ tính toán để nắm bắt tình hình phát thải thực tế, dự báo lượng phát thải, thực hiện các biện pháp kiểm soát nguồn thải và phát triển các chính sách để kiểm soát lượng nguồn thải chính là cơ sở hình thành các chính sách chung. Các chính sách kiểm soát ô nhiễm thích hợp phải dựa vào dữ liệu tin cậy của KKNT.

Thông thường, mỗi chương trình kiểm kê nguồn thải sẽ có 2 nội dung chính bắt buộc phải có trong quá trình thực hiện đó là:

i) Rà soát các cơ sở sản xuất có hoạt động thải bỏ chất ô nhiễm trong phạm vi chương trình kiểm kê

Quá trình này tiến hành rà soát nhằm liệt kê đầy đủ các cơ sở sản xuất có các hoạt động thải bỏ chất ô nhiễm ra môi trường đồng thời điều tra xác định các đặc điểm của các quá trình sản xuất liên quan đến hoạt động thải chất ô nhiễm. Như vậy các thông tin cần quan tâm trong quá trình này bao gồm:

Liệt kê các cơ sở sản xuất, các loại hình sản xuất công nghiệp trong khu vực. Đối với mỗi cơ sở, nhóm ngành tiến hành xác định:

+ Xác định các nguồn thải của cơ sở sản xuất như: thải qua ống khói, công thải hay thải phân tán từ thiết bị, kho chứa ...

+ Xác định các chất thải của cơ sở sản xuất như: khí thải, nước thải, chất thải rắn...

+ Khảo sát về công nghệ sản xuất của cơ sở, công suất....

+ Xác định nhu cầu sử dụng nguyên liệu, nhiên liệu, nước...

+ Xác định đặc trưng của hệ thống xử lý nước thải, khí thải cũng như các giải pháp bảo vệ môi trường hiện có

ii) Phân tích, tính toán tải lượng chất ô nhiễm thải bỏ ra môi trường

Trên cơ sở danh sách các nguồn thải từ bước rà soát các cơ sở sản xuất, sau đó tiến hành phân tích lựa chọn phương pháp luận thực hiện kiểm kê nguồn thải cũng như phương pháp ước tính lượng chất thải. Từ đó tiến hành thu thập các thông tin dữ liệu cần thiết phục vụ việc tính toán. Các phương pháp cụ thể như sau:

2.3. Phương pháp khảo sát thu thập tài liệu, số liệu

Phương pháp khảo sát, thu thập tài liệu, số liệu được NCS thực hiện khá công phu, nghiêm túc nhằm mục đích thu thập các thông tin chính xác về vị trí và hiện trạng hoạt động sản xuất; các số liệu về hiện trạng phát thải, mức tiêu thụ nhiên liệu sử dụng cho sản xuất, mức độ xử lý khí thải tại cơ sở sản xuất tại khu vực nhà máy sản xuất gang thép. Quá trình khảo sát được thực hiện liên tục từ 01/3/2023 đến ngày 15/3/2023 tại Công ty Cổ phần Gang Thép Thái Nguyên. Kết quả khảo sát, thu thập số liệu, tài liệu là bước quan trọng giúp nghiên cứu xác định được hệ số phát thải và tính toán được tiềm năng giảm phát thải trong nghiên cứu.

Để ước tính được HSPT chung cho công nghệ BOF và công nghệ EAF cũng như ước tính được lượng phát thải KNK theo kịch bản cơ sở và kịch bản giảm phát thải, cần có nhưng số liệu về tiêu thụ nhiên liệu và điện năng tại Nhà máy Gang thép Thái nguyên. Do đó, NCS đã áp dụng phương pháp khảo sát và thu thập thông tin để tổng hợp được những số liệu này. Bảng số liệu được gửi cho cán bộ đầu mối của nhà máy để thu thập thông tin. Bên cạnh đó, NCS cũng phỏng vấn cán bộ đầu mối để hoàn thiện bảng số liệu (Phụ lục 2).



**Hình 2.2. Khảo sát hiện trường được NCS tổ chức thực hiện
tại nhà máy gang thép Thái Nguyên**

2.4. Phương pháp quan trắc nguồn thải

Phương pháp này được NCS sử dụng trong quá trình khảo sát thực tế tại nhà máy sản xuất gang thép (nhà máy luyện cốc, nhà máy luyện gang và nhà máy luyện thép) với các tiêu chí đó là: Đo nồng độ thành phần khí nhà kính (đo trực tiếp nồng độ phát thải KNK từ hoạt động sản xuất tại nhà máy thông qua các thông số như CO_2 , O_2 , NO , SO_2 ,...); đo lưu lượng KNK tại nguồn phát thải. Thực hiện phương pháp này sẽ giúp nghiên cứu có được nguồn số liệu thực tế từ các cơ sở phát thải KNK thuộc phạm vi của nghiên cứu, từ đó góp phần chính xác hóa kết quả tính toán, cụ thể thông qua các hệ số phát thải KNK, kết quả kiểm kê phát thải KNK và đề xuất các kịch bản giảm nhẹ phát thải KNK làm tiền đề cho định hướng các giải pháp giảm nhẹ phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam.



Thiết bị đo nồng độ thành phần KNK



Thiết bị lưu lượng thành phần KNK

Hình 2.3. Thiết bị đo nồng độ khí KNK

2.4.1. Đo nồng độ thành phần khí nhà kính

a. Thiết bị đo nồng độ

Nồng độ phát thải từ các hoạt động sản xuất của nhà máy được đo trực tiếp tại hiện trường. Các máy đo được chế tạo để đo và cho kết quả trực tiếp về nồng độ khí thải. Thiết bị sử dụng trong phương án đo trực tiếp là máy đo khí thải Testo 350, có khả năng đo nhanh nhiều thông số và có thể làm việc trong môi trường nhiệt độ cao, lên đến 1.800°C.

Bảng 2.1. Thông số kỹ thuật của thiết bị

Thông số	Bộ điều khiển	Bộ phân tích
Kích thước	88 x 38 x 220 mm	330 x 128 x 438 mm
Trọng lượng	440 g	4.800 g
Nhiệt độ bảo quản	-20 - 50°C	-20 - 50°C
Nhiệt độ vận hành	-5 - 45°C	-5 - 45°C
Bộ nhớ	2MB (250.000 giá trị đo)	250.000 giá trị đo
Nguồn	Lithium	Lithium/Adaptor 220V AC/11-40VDC
Nồng độ bụi tối đa	-	20 g/m ³
Áp suất khí thải cho phép	-	-300 - 50mbar
Lưu lượng bơm lấy mẫu	-	1 lít/phút
Chiều dài ống dẫn khí	-	16,2 m (kết nối 5 ống mở rộng)
Độ ẩm khí thải	-	70° Ctd
Thời gian hoạt động của pin sạc	5 giờ	2,5 giờ

b. Phương pháp đo nồng độ:

Thanh cảm biến đo nồng độ khí thải được đưa vào vị trí lấy mẫu tại ống khói (sau các bộ phận/thiết bị xử lý khói thải, sau quạt khói) thông qua các lỗ thăm được chuẩn bị từ trước. Đầu cảm biến được đưa vào vị trí trung tâm ống khói và giữ cố định để đảm bảo độ ổn định của tín hiệu. Giá trị đo được ghi nhận lặp lại nhiều lần và lấy giá trị trung bình để đảm bảo tính chính xác của số liệu đo.

2.4.2. Đo lưu lượng KNK tại nguồn phát thải

a. Thiết bị đo lưu lượng dòng khí thải thông qua đo chênh áp

Để xác định lưu lượng khói thải, đề tài sử dụng thiết bị đo chênh lệch áp suất Testo 510 và đầu đo là ống Pitot.

Bảng 2.2. Thông số kỹ thuật của thiết bị

Thông số	Giá trị
Dải đo	0 - 100 hPa
Độ chính xác	$\pm 0,03$ hPa (0 - 0,3 hPa) $\pm 0,05$ hPa (0,31 - 1,0 hPa) $\pm (0,1 \text{ hPa} + 1,5\% \text{ giá trị đo})$ (1,01 - 1000 hPa)
Kích thước	119x46x25 mm
Nhiệt độ vận hành	0 - +50°C
Cấp bảo vệ	IP40
Đơn vị đo có thể lựa chọn	hPa, mbar, Pa, mmH ₂ O, inH ₂ O, inHg, mmHG, psi, m/s, fpm
Áp suất tĩnh tối đa	500 mbar
Chu kỳ đo	0,5s
Loại pin	2 pin tiêu AAA
Thời lượng pin	50h (không mở đèn màn hình)
Nhiệt độ bảo quản	-40 - 70 °C
Khối lượng	90g (có pin và nắp bảo vệ)

Ứng dụng ống Pitot đo lưu lượng chất lưu (đo chênh áp)

Ống Pitot là loại lưu lượng kế phổ biến, áp suất được tạo ra bởi vận tốc của chất lưu trong một ống đặt đối diện với dòng chảy. Áp suất động này được so sánh với áp suất tham chiếu (áp suất tĩnh) trong đường ống. Khi lưu lượng thông qua đường ống thay đổi, áp suất tại ống áp suất tổng và ống áp suất tĩnh

thay đổi tùy theo vận tốc dòng chảy. Chênh áp giữa áp suất tổng và áp suất tĩnh tỉ lệ với lưu lượng thông qua đường ống.

Với chất lưu chuyển động, áp suất chất lưu (P) là tổng áp suất tĩnh (P_t) và áp suất động (P_d)

$$P = P_t + P_d$$

Áp suất tĩnh tương ứng với áp suất gây nên khi lưu chất không chuyển động. Áp suất động do chất lưu chuyển động gây nên và có giá trị tỷ lệ với bình phương vận tốc chất lưu

$$P_d = \frac{\rho v^2}{2}$$

Trong thực tế, hai ống đo áp được chèn vào một đường ống là khá rườm rà, thay vào đó chúng ta dùng một ống Pitot đơn giản hơn tương tự như hình sau. Ở đây lỗ đo áp suất tổng và lỗ đo áp suất tĩnh (áp suất tham chiếu) được kết hợp trên cùng một thiết bị. Thay vì đặt ống Pitot và cổng tĩnh riêng biệt, một ống Pitot tĩnh (còn gọi là ống Prandtl) có thể được sử dụng, trong đó có một ống đồng trục thứ hai với các ống pitot có lỗ ở hai bên, ở bên ngoài luồng không khí trực tiếp, để đo áp suất tĩnh.

Lưu lượng chất lưu trong đường ống được xác định bởi công thức:

$$C_m = \sqrt{\frac{2P_d}{\rho}} = \sqrt{\frac{2(P - P_t)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

$$Q = C_m \cdot F$$

Trong đó:

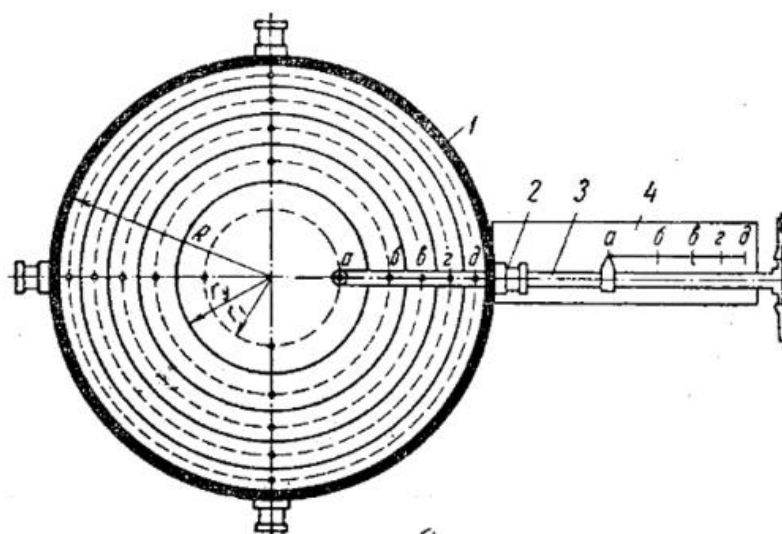
- + C_m : Vận tốc trung bình chất lưu trong đường ống (m/s)
- + ΔP : Chênh áp $P - P_t$ (Áp suất tổng – Áp suất tĩnh) (Pa)
- + P : Khối lượng riêng của chất lưu (kg/m^3).
- + Q : Lưu lượng của chất lưu (m^3/s)
- + F : Tiết diện bên trong đường ống thực tế mà ta đưa ống pitot vào (m^2)

b. Phương pháp đo lưu lượng khí thông qua đo chênh áp

Qua khảo sát tại hiện trường, chỉ có vị trí đo lưu lượng khối thải là trên

đường ống dẫn khói, tại đầu hút của quạt khói, sau bộ lọc bụi túi vải của lò luyện thép là thích hợp tại hiện trường thực tế. Vị trí này đã có sẵn cửa thăm và thuận tiện cho công tác đo kiểm, đảm bảo cho phép đo được diễn ra.

Que thăm được đánh dấu nhiều vị trí để đầu cảm biến lần lượt nằm ở nhiều vị trí phủ kín đường kính của ống khói. Giá trị phép đo được xác lập dựa trên hàm tính trung bình của nhiều điểm đo. Tiến hành đo áp suất động trên hai đường kính thẳng góc với nhau của tiết diện. Sơ đồ đo tại tiết diện tròn được thể hiện như hình sau:



Hình 2.4. Vị trí đặt đầu dò trên mặt cắt tiết diện đường khói

Để đảm bảo tính chính xác, giá trị đo tại mỗi điểm được lặp lại nhiều lần ở các thời điểm khác nhau. Tiết diện tròn được chia là nhiều vành có diện tích bằng nhau. Nếu bán kính trong của tiết diện là R và số vành là m , thì tiết diện của một vành.

$$f = \frac{1}{m} \pi \cdot R^2$$

và bán kính của tâm vành:

$$r_{LS} = \frac{1}{m} \pi \cdot R^2$$

Thực hiện đo tại các điểm nằm trong những vòng tròn đã chia mỗi vành thành những phần diện tích bằng nhau. Khoảng cách các điểm đo từ tâm của tiết diện có thể xác định theo công thức:

$$r_n = R \sqrt{\frac{2n-1}{m}}$$

Trong đó:

+ r_n : Khoảng cách các điểm đo trong từng vành kể từ tâm của tiết diện.

Giá trị đo được trong bốn điểm của mỗi vành được trung bình hóa, sau đó tiến hành trung bình hóa các áp suất động đối với tất cả các điểm của ống theo công thức:

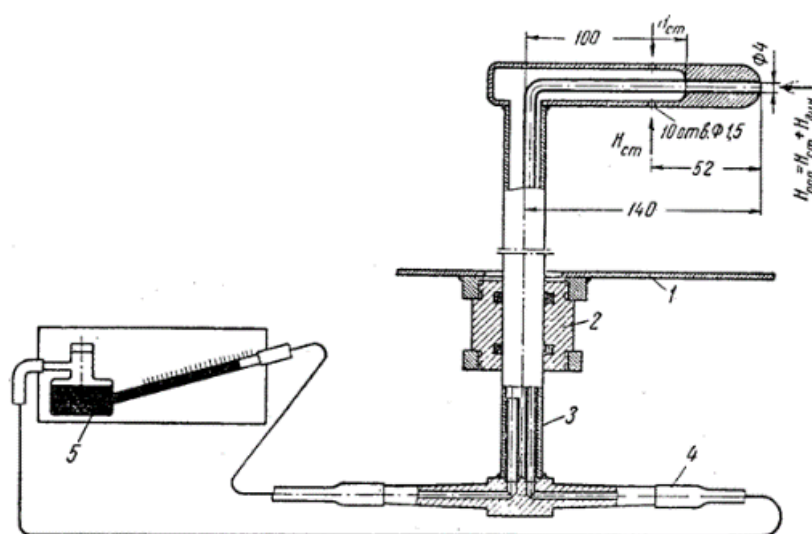
$$\sqrt{h_{\text{động}.m}} = \frac{\sqrt{h_{\text{động}g1}} + \sqrt{h_{\text{động}g2}} + \dots + \sqrt{h_{\text{động}gn}}}{n}$$

Theo giá trị trung bình cộng của áp suất động, dễ dàng tính được tốc độ trung bình:

$$C_m = \sqrt{2h_{\text{động}.m}/\rho}$$

Đo lưu lượng bằng ống áp kế khí nén (khi không dùng công tơ đo trực tiếp đo lưu lượng)

Tốc độ của dòng được xác định theo các chỉ số vi sai của dụng cụ vi áp kế, được nối với hai đầu ra của áp kế khí nén liên hợp, để đo áp suất động lực học của dòng, bằng hiệu giữa áp suất toàn phần và áp suất tĩnh. Trên hình bên dưới trình bày áp kế khí nén được nối với dụng cụ đo sức hút Krell.



Hình 2.5. Sơ đồ đo cột áp động

Ghi chú:

1 - Vách của ống dẫn khí;

2 - Vòng chèn;

3 - Áp kế khí nén;

4 - Ống nối;

5 - Dụng cụ đo sức hút Krell

Theo phương pháp này tốc độ tại tiết diện này hay tiết diện khác được xác định trên cơ sở áp suất động đo được. Bởi vì tốc độ của dòng trong tiết diện đo không đồng đều, nên cần phải thực hiện khá nhiều số đo. Tìm tốc độ trung bình bằng cách tích phân đồ thị đường cong, được dựng trên cơ sở các lần đo riêng lẻ. Muốn vậy đem chia tiết diện được đo ra nhiều phần tử dF có diện tích bằng nhau. Tại tâm các phần tử ấy đo áp suất động bằng áp kế khí nén. Quá trình này gọi là vẽ trường tốc độ.

Lưu lượng không khí hay là khí được xác định theo công thức:

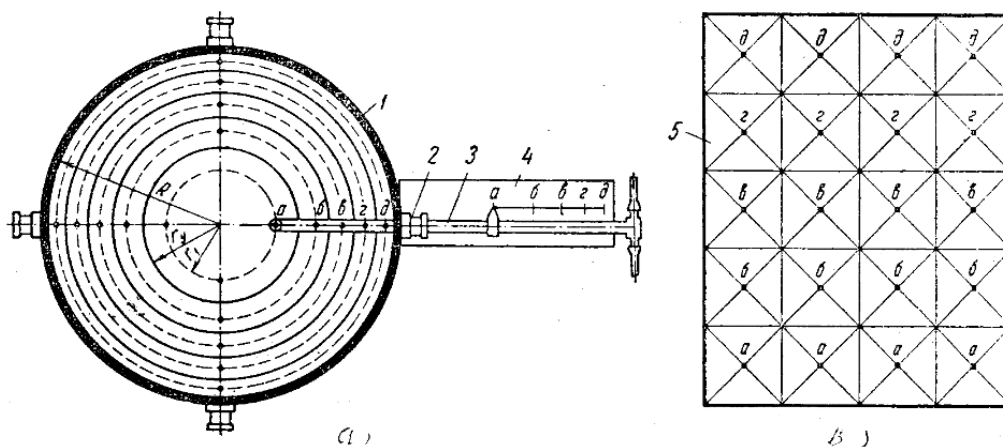
$$Q = \sum C \cdot dt, \text{ m}^3/\text{s} \text{ hoặc } Q = C_m \frac{\pi D^2}{4}, \text{ m}^3/\text{s}$$

Trong đó:

+ C_m : Tốc độ trung bình cộng, m/s

+ D : Đường kính tại tiết diện đo, m

Tiến hành đo áp suất động trên hai đường kính thẳng góc với nhau của tiết diện. Sơ đồ đo tại tiết diện tròn và hình chữ nhật được thể hiện trên hình bên dưới:



Hình 2.6. Sơ đồ đo trường tốc độ

Ghi chú:

a – tiết diện tròn;

b – tiết diện vuông hay chữ nhật;

4 – bản có đánh dấu;

5 – những điểm đo tại tiết diện hình chữ nhật của ống dẫn khí;

$a, \delta, b, 2$ – các điểm đo.

Tiết diện tròn được chia là nhiều vành có diện tích bằng nhau. Nếu bán kính trong của tiết diện là R và số vành là m , thì tiết diện của một vành $f = \frac{1}{m} \pi R^2$ và bán kính của tâm vành:

$$r_{LS} = \frac{R}{\sqrt{m}}$$

Thực hiện đo tại các điểm nằm trong những vòng tròn đã chia mỗi vành thành những phần diện tích bằng nhau. Theo số liệu của ORGRES số vành được chọn theo đường kính của ống dẫn như sau:

Bảng 2.3. Giá trị đường kính của ống dẫn

Đường kính của ống (mm)	300	360	400	500	600	700	800	1000 và lớn hơn
Số vành	5	6	7	8	10	12	14	16

Khoảng cách các điểm đo từ tâm của tiết diện có thể xác định theo công thức:

$$r_n = R \sqrt{\frac{2n-1}{m}}$$

Trong đó:

+ r_n : Khoảng cách các điểm đo trong từng vành kể từ tâm của tiết diện.

Bảng dưới đây trình bày khoảng cách các điểm đo từ tâm ống.

Bảng 2.4. Xác định khoảng cách các điểm đo áp suất động từ tâm ống dẫn khí tính theo một phần của R

Số vành	Số vành							
	5	6	7	8	10	12	14	16
1	0,316	0,289	0,267	0,250	0,224	0,204	0,189	0,177

2	0,548	0,500	0,463	0,433	0,387	0,354	0,327	0,306
3	0,707	0,646	0,598	0,559	0,500	0,456	0,422	0,395
4	0,837	0,764	0,707	0,662	0,592	0,540	0,500	0,468
5	0,949	0,866	0,802	0,750	0,671	0,613	0,567	0,531
6	-	0,958	0,886	0,892	0,742	0,677	0,627	0,586
7	-	-	0,964	0,901	0,806	0,736	0,681	0,637
8	-	-	-	0,968	0,866	0,791	0,732	0,684
9	-	-	-	-	0,922	0,842	0,779	0,729
10	-	-	-	-	0,975	0,890	0,824	0,770
11	-	-	-	-	-	0,935	0,866	0,810
12	-	-	-	-	-	0,979	0,906	0,848
13	-	-	-	-	-	-	0,945	0,884
14	-	-	-	-	-	-	0,982	0,918
15	-	-	-	-	-	-	-	0,952
16	-	-	-	-	-	-	-	0,984

Khi làm thí nghiệm ống áp kế khí nén được dịch chuyển trong ống dẫn đặc biệt và được ấn định theo bản đã khắc dấu cẩn thận. Giá trị đo được trong bốn điểm của mỗi vành được trung bình hóa, sau đó tiến hành trung bình hóa các áp suất động đối với tất cả các điểm của ống theo công thức:

$$\sqrt{h_{\text{động}.m}} = \frac{\sqrt{h_{\text{động}g1}} + \sqrt{h_{\text{động}g2}} + \dots + \sqrt{h_{\text{động}gn}}}{n}$$

Theo giá trị trung bình cộng của áp suất động, dễ dàng tính được tốc độ trung bình:

$$C_m = \sqrt{2h_{\text{động}.m}/\rho}$$

Và lưu lượng bằng:

$$Q = C_m \frac{\pi D^2}{4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Trong đó:

D : đường kính tại tiết diện đo.

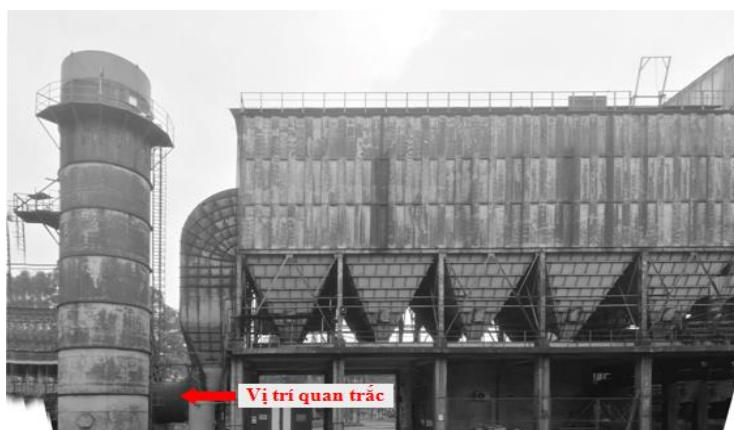
Hệ số trường tốc độ ψ bằng

$$\omega = \sqrt{\frac{h_{\text{động}.m}}{h_{\text{động}.o}}}$$

Trong đó:

+ $h_{động,o}$: áp suất động tại tâm tiết diện.

Việc xác định lưu lượng trực tiếp bằng đo áp suất động là chính xác, nhưng thời gian thực hiện rất dài, do số lần đo quá nhiều và khối lượng tính toán rất lớn. Có thể đơn giản hóa phương pháp này chút ít bằng cách chia tiết diện ống ra những vành không đều nhau, trong đó diện tích của vành được tăng dần khi tiến dần đến chu vi của tiết diện ống. Chia như thế là thích hợp, vì trong vùng trung tâm của tiết diện giá trị của tốc độ ít thay đổi. Phương pháp chia vành không đều được áp dụng khi thí nghiệm các quạt thật, nơi cho phép giảm đáng kể số lượng đo.



Hình 2.7. Vị trí quan trắc nguồn thải

2.4.3. Phương pháp tính toán hệ số phát thải KNK

Hệ số phát thải là công cụ hiệu quả và đơn giản để ước tính mức độ phát thải của các chất ô nhiễm không khí khi có đủ thông tin về nguồn phát thải. Công cụ này đã được sử dụng rộng rãi để phục vụ công tác kiểm kê phát thải ở nhiều nước trên thế giới. Hệ số phát thải là một giá trị đại diện được sử dụng để diễn tả khối lượng chất ô nhiễm xả thải vào bầu khí quyển từ một hoạt động liên quan đến sự phát thải chất ô nhiễm đó. Việc xây dựng hệ số phát thải có ý nghĩa quan trọng trong việc sử dụng các phần mềm, mô hình tính toán nồng độ và kiểm kê phát thải để từ đó kiểm kê và dự báo được

lượng phát thải các chất ô nhiễm của những nguồn thải đang hoạt động hoặc sẽ hoạt động trong tương lai. Hệ số phát thải thường biểu hiện dưới dạng khối lượng chất ô nhiễm trên một đơn vị khối lượng thể tích, hay dạng khối lượng chất ô nhiễm trên một đơn vị sản phẩm. Sau khi tiến hành quan trắc thu thập các số liệu, các thông tin cần thiết từ nhà máy thì quá trình tính toán hệ số phát thải được xác định theo công thức (1) [14].

$$EF_x = \frac{C_x \times Q}{B} \times 10^{-9} \left(\frac{\text{tấn KNK}}{\text{tấn sp}} \right) \quad (1)$$

Trong đó:

- + EF_x : Hệ số phát thải của KNK (CO_2 , CH_4 , N_2O ...)
- + C_x : Nồng độ KNK x đo tại ống khói (mg/m^3)
- + Q : Lưu lượng khí thải (m^3/h)
- + B : Khối lượng sản phẩm trong một giờ (tấn/h)

Thông thường, phát thải KNK được báo cáo theo đơn vị carbon dioxit ($\text{CO}_{2\text{td}}$) tương đương. $\text{CO}_{2\text{td}}$ được chuyển đổi bằng cách nhân với tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP) của từng loại khí nhà kính (CH_4 : 28; N_2O : 298 [42]). Nồng độ khí nhà kính C_x có thể bị ảnh hưởng bởi hiệu suất xử lý của hệ thống xử lý khí thải của nhà máy. Do đó, để xác định được chính xác lượng khí nhà kính phát thải thì cần kiểm chứng lại với các tính toán phát thải KNK theo phương pháp cân bằng khối lượng.

2.5. Phương pháp kiểm kê và xây dựng kịch bản giảm phát thải phát thải khí nhà kính theo Hướng dẫn của IPCC

Để xây dựng kịch bản phát thải và tính toán tiềm năng giảm phát thải KNK của các giải pháp công nghệ giảm nhẹ phát thải KNK trong hoạt động sản xuất thép cho tương lai cần dự báo được mức phát thải KNK của từng giải pháp công nghệ giảm phát thải. Kịch bản phát thải KNK được xác định dựa trên các dữ liệu sau:

- Kiểm kê và dự báo phát thải KNK theo Hướng dẫn của IPCC 2006: Về mặt bản chất, dự báo phát thải KNK là việc xác định lượng KNK sẽ phát thải

trong tương lai. Do đó, cách tính toán tương tự như kiểm kê phát thải KNK và thay vì sử dụng số liệu hiện tại và quá khứ, dự báo phát thải KNK sẽ sử dụng số liệu được dự báo trong tương lai.

- Sản lượng sản xuất thép trong tương lai: Số liệu này được dự báo dựa trên xu thế phát triển kinh tế, xã hội trong tương lai.

- Các giải pháp công nghệ giảm phát thải được áp dụng: Với mỗi giải pháp công nghệ khác nhau sẽ có mức độ phát thải khác nhau. Việc ưu tiên áp dụng phương pháp xử lý nào đó trong chiến lược phát triển trong tương lai sẽ ảnh hưởng đến kết quả dự báo lượng KNK phát thải. Dữ liệu cần cho tính toán là sản lượng được sản xuất theo từng công nghệ.

- Các bước xây dựng kịch bản phát thải KNK và tiềm năng giảm nhẹ phát thải KNK của các giải pháp/ công nghệ giảm nhẹ phát thải KNK trong hoạt động luyện gang - thép như sau:

Bước 1: Tính toán kịch bản phát thải KNK cơ sở theo hướng dẫn của IPCC (HSPT nhân với sản lượng).

Bước 2: Tính toán kịch bản phát thải KNK của các giải pháp công nghệ giảm nhẹ KNK (kịch bản thay thế).

Bước 3: Tính toán tiềm năng giảm phát thải KNK của các giải pháp công nghệ giảm nhẹ phát thải KNK trong hoạt động sản xuất thép (kịch bản thay thế).

Đánh giá tiềm năng giảm phát thải KNK của các giải pháp giảm phát thải KNK là so sánh mức phát thải của các giải pháp công nghệ mới với mức phát thải của các công nghiệp hiện tại đang vận hành, được coi là kịch bản cơ sở. Nói cách khác tiềm năng giảm phát thải KNK của một giải pháp giảm phát thải KNK là chênh lệch mức phát thải KNK của giải pháp đó so với kịch bản cơ sở:

$$ER = BE - PE \text{ (tấn CO}_2\text{tđ)}$$

Trong đó: ER là tiềm năng giảm phát thải KNK của giải pháp giảm phát thải KNK cho hoạt động luyện gang - thép được xem xét; BE là lượng phát thải của kịch bản cơ sở (tấn CO₂tđ); PE là lượng phát thải KNK của giải pháp giảm

phát thải KNK cho hoạt động luyện gang - thép được xem xét (tấn CO₂đ).

Phát thải khí nhà kính cơ sở (BE) là phát thải khí nhà kính với giả định không có thêm các giải pháp giảm nhẹ được thực hiện trong tương lai. Đối với phạm vi lĩnh vực sản xuất thép, phát thải khí nhà kính cơ sở được tính bằng tổng phát thải của 03 nguồn: (i) Phát thải khí nhà kính từ đốt nhiên liệu (BE_{combustion}), (ii) Phát thải khí nhà kính từ quá trình sản xuất (BE_{production}) và (iii) Phát thải khí nhà kính gián tiếp từ sử dụng điện năng (BE_{electricity}).

$$BE = BE_{\text{combustion}} + BE_{\text{production}} + BE_{\text{electricity}}$$

Công thức tính chi tiết của các nguồn phát thải khí nhà kính này được trình bày chi tiết từ mục 2.5.1 đến 2.5.3.

Phát thải khí nhà kính theo kịch bản giảm nhẹ (PE) là lượng phát thải với giả định áp dụng các giải pháp giảm nhẹ trong tương lai. Đối với phạm vi lĩnh vực sản xuất thép, phát thải khí nhà kính theo kịch bản giảm nhẹ được tính bằng tổng phát thải của 03 nguồn: (i) Phát thải khí nhà kính từ đốt nhiên liệu (PE_{combustion}), (ii) Phát thải khí nhà kính từ quá trình sản xuất (PE_{production}) và (iii) Phát thải khí nhà kính gián tiếp từ sử dụng điện năng (PE_{electricity}). Khi áp dụng các giải pháp tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK thì các nguồn phát thải này sẽ nhỏ hơn các nguồn phát thải cơ sở.

$$PE = PE_{\text{combustion}} + PE_{\text{production}} + PE_{\text{electricity}}$$

2.5.1. Phương pháp tính phát thải từ quá trình sản xuất (BE_{production})

Gang được sản xuất bằng cách khử quặng oxit sắt phần lớn trong các lò cao, thường sử dụng carbon trong than cốc hoặc than củi đồng thời làm nhiên liệu và chất khử. Trong hầu hết các lò luyện sắt, quá trình này được hỗ trợ bằng việc sử dụng các chất trợ dung có nguồn gốc cacbonat (đá vôi).

Quá trình sản xuất sắt, thép gây phát thải chủ yếu là khí CO₂ và khí CH₄. N₂O có phát thải trong quá trình sản xuất sắt thép, tuy nhiên lượng phát thải rất nhỏ và có thể bỏ qua trong quá trình tính toán (IPCC 2006 không hướng dẫn ước tính phát thải N₂O từ quá trình sản xuất sắt thép).

Phát thải trong quá trình sản xuất sắt thép gồm hai dạng phát thải chính: 1) phát thải trong quá trình luyện than cốc; và 2) phát thải trong quá trình sản xuất sắt thép. Phát thải trong quá trình luyện than cốc liên quan đến quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch. Đối với phát thải trong hoạt động sản xuất sắt thép, có phát thải do việc đốt nhiên liệu để tạo năng lượng và phát thải do các phản ứng trong lò luyện kim để tạo sắt thép (phát thải phi năng lượng). Trong, khuôn khổ của luận án và đặc thù của nhà máy gang thép Thái Nguyên (công nghệ hỗn hợp) NCS tiến hành đo đạc và xác định hệ số phát thải KNK của quá trình đốt nhiên liệu cho luyện cốc và luyện gang và hệ số phát thải phi năng lượng cho luyện thép bằng công nghệ EAF.

IPCC 2006 cung cấp 3 Bậc cho tính toán phát thải CO₂ từ sản xuất sắt thép (Bậc 1 tới Bậc 3) và 2 Bậc cho tính toán phát thải CH₄ từ sản xuất sắt thép (Bậc 1 và Bậc 3). Công thức tính toán phát thải:

$$BE_{\text{production}} = BOF * EF_{BOF} + EAF * EF_{EAF}$$

Trong đó:

BOF = sản lượng thép được sản xuất theo công nghệ lò thổi (Basic Oxygen Furnace), tấn

EAF = sản lượng thép được sản xuất theo công nghệ lò hồ quang điện (Electric Arc Furnace), tấn

EF = hệ số phát thải của các công nghệ, tấn CO₂/tấn thép

2.5.2. Phương pháp tính phát thải từ tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch

Năng lượng đầu vào cho ngành công nghiệp sản xuất gang thép là than đá, sản phẩm dầu, khí tự nhiên và điện năng. Trong đó, quá trình đốt các nhiên liệu hóa thạch sẽ gây phát thải KNK trực tiếp; và tiêu thụ điện năng sẽ gây phát thải KNK gián tiếp.

Theo Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia của IPCC phiên bản 2006, sản xuất gang – thép thuộc ngành công nghiệp sản xuất và xây dựng thuộc hạng mục đốt tĩnh, nên áp dụng phương pháp luận của hạng mục đốt tĩnh cho ước

tính phát thải của ngành. Việt Nam hiện chưa có các đo lường cấp cơ sở cũng như các số liệu liên quan đến công nghệ đốt, vì vậy trong các nghiên cứu trước đây phương pháp tier 2 và 3 chưa áp dụng được. Luận án xác định được hệ số phát thải KNK cho quá trình đốt nhiên liệu cho luyện cốc và luyện gang nên phương pháp tier 2 được sử dụng để ước tính phát thải:

$$BE_{\text{combustion}} = \text{Sản lượng} \times \text{Hệ số phát thải}_{\text{knk, nl}}$$

Trong đó:

$BE_{\text{combustion}}$ = Phát thải KNK từ đốt nhiên liệu (Kg knk)

Sản lượng = Khối lượng than cốc, gang được sản xuất (tấn)

Hệ số phát thải knk, nl = Hệ số phát thải được đo đạc và xác định trong luận án của hoạt động đốt nhiên liệu cho sản xuất than cốc và gang.

2.5.3. Phương pháp ước tính phát thải từ tiêu thụ điện năng

Phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện năng được tính bằng lượng điện năng tiêu thụ nhân với định mức phát thải của lưới điện Việt Nam do Bộ TNMT đã công bố. Theo đó, hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam là 0,8154 tCO₂/MWh.

$$BE_{\text{electricity}} = \text{Điện năng tiêu thụ} \times \text{Hệ số phát thải}_{\text{knk, Grid}}$$

Trong đó:

$BE_{\text{electricity}}$ = Phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện năng

Hệ số phát thải_{knk, Grid} = Hệ số phát thải KNK của lưới điện quốc gia

2.6. Công tác QA/QC trong quan trắc môi trường

2.6.1. Bảo đảm chất lượng trong thiết kế chương trình quan trắc môi trường

- Xác định rõ mục tiêu của chương trình là quan trắc khí nhà kính tại nhà máy luyện kim. Xác định phạm vi quan trắc tại các ống khói lò và khu vực nhà xưởng.

- Đã xác định rõ các vị trí lấy mẫu

- Đã xác định và làm rõ các thông số cần quan trắc (kể cả các thông số phụ), bao gồm tên thông số, đơn vị đo, phương pháp quan trắc của từng thông số này.

- Cán bộ, nhân viên thực hiện quan trắc hiện trường đảm bảo có trình độ, chuyên môn phù hợp.

- Đã sử dụng các phương pháp quan trắc phù hợp với mục tiêu, thông số quan trắc. Phương pháp quan trắc được thực hiện theo các văn bản, quy định pháp luật hiện hành về quan trắc môi trường. Thông tin về thông số và phương pháp quan trắc đã được thực hiện theo đúng thông tư số 24/2017/TT-BTNMT – Chương III: QA/QC trong chương trình quan trắc môi trường định kỳ.

- Đã sử dụng trang thiết bị phù hợp với phương pháp quan trắc đã được xác định, đáp ứng yêu cầu của phương pháp về kỹ thuật và đo lường. Trang thiết bị đều có hướng dẫn sử dụng, thông tin chi tiết về bảo dưỡng, kiểm định, hiệu chuẩn và người sử dụng thiết bị quan trắc. Thông tin về thiết bị quan trắc đã được thực hiện theo quy định tại thông tư số 24/2017/TT-BTNMT – Chương III: QA/QC trong chương trình quan trắc môi trường định kỳ.

- Hóa chất, mẫu chuẩn đã được chuẩn bị đầy đủ theo quy định của từng phương pháp quan trắc, được đựng trong chai thủy tinh có nút xoắn, dán nhãn thể hiện đầy đủ các thông tin về: tên hóa chất, mẫu chuẩn; tên nhà sản xuất; nồng độ; ngày chuẩn bị; người chuẩn bị; thời gian sử dụng.

2.6.2. QA/QC trong hoạt động quan trắc hiện trường

- Đã sử dụng phương pháp, cách thức bảo quản mẫu phù hợp với các thông số quan trắc theo các quy định pháp luật hiện hành về quan trắc môi trường. Thông tin về thông số và phương pháp quan trắc thực hiện theo quy định tại thông tư số 24/2017/TT-BTNMT.

- Nhân sự được phân công nhiệm vụ phù hợp với chuyên môn và kinh nghiệm. Cán bộ thực hiện quan trắc hiện trường phải được đào tạo với chuyên ngành phù hợp với công việc được giao.

- Dụng cụ chứa mẫu đã đáp ứng đủ các yêu cầu: phù hợp với từng thông số quan trắc; bảo đảm chất lượng, không làm ảnh hưởng hoặc biến đổi chất lượng của mẫu; được dán nhãn trong suốt thời gian tồn tại của mẫu. Nhãn thể

hiện đủ các thông tin về thông số quan trắc; ký hiệu mẫu; thời gian lấy mẫu; phương pháp bảo quản mẫu đã sử dụng.

- Hóa chất, mẫu chuẩn, chất chuẩn: được chuẩn bị đầy đủ theo quy định của từng phương pháp quan trắc, từng thông số.

- Phương pháp bảo quản và vận chuyển mẫu phù hợp với các thông số quan trắc. Việc vận chuyển mẫu bảo toàn mẫu về chất lượng và số lượng. Thời gian vận chuyển và nhiệt độ của mẫu trong quá trình vận chuyển tuân thủ các văn bản, quy định hiện hành về quan trắc môi trường đối với từng thông số quan trắc.

- Kiểm soát chất lượng trong hoạt động quan trắc tại hiện trường: sử dụng mẫu kiểm soát chất lượng (QC) gồm mẫu trắng vận chuyển, mẫu trắng thiết bị, mẫu trắng hiện trường, mẫu lặp hiện trường nhằm kiểm soát chất lượng trong hoạt động quan trắc tại hiện trường.

2.6.3. QA/QC trong hoạt động phân tích môi trường

- Nhân sự được phân công cho các cán bộ được đào tạo trong lĩnh vực phân tích môi trường phù hợp với công việc được giao và có nhiều kinh nghiệm.

- Tất cả các quá trình phân tích đều được kiểm soát theo một quy trình đã được quy định tại SOP của phòng thí nghiệm.

- Việc tính toán, xử lý số liệu theo các tiêu chí thiết lập tại phòng thí nghiệm và đã được hướng dẫn cụ thể trong mỗi SOP.

- Kiểm soát chất lượng trong hoạt động phân tích bằng cách sử dụng mẫu QC gồm: mẫu trắng thiết bị, mẫu trắng phương pháp, mẫu lặp, mẫu thêm chuẩn, mẫu chuẩn đối chứng, mẫu chuẩn được chứng nhận chuẩn thẩm tra.

- Phòng thí nghiệm thường xuyên tham gia các chương trình thử nghiệm thành thạo liên phòng nhằm đánh giá và kiểm soát chất lượng các phép phân tích đối với các thông số.

- Khi các tiêu chí đặt ra không đạt được, phòng thí nghiệm sẽ rà soát lại, tìm ra nguyên nhân và đưa ra các biện pháp khắc phục, phòng ngừa đảm bảo đưa ra các kết quả thử nghiệm tin cậy.

2.6.4. Hiệu chuẩn thiết bị

Việc thực hiện hiệu chuẩn công tác:

- Các phương pháp hiệu chuẩn phải được công nhận theo ISO IEC 17025:2005.

- Đơn vị thực hiện hiệu chuẩn: Trung tâm Quan trắc - Tổng cục môi trường và Phòng hiệu chuẩn - Tổng cục đo lường chất lượng.

2.7. Phương pháp đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính

Mô hình Kinh tế Xanh là mô hình “mô phỏng” hệ thống có khả năng tích hợp các ngành và các lĩnh vực khác nhau (ví dụ, kinh tế, xã hội, môi trường bao gồm các nguồn tài nguyên tự nhiên và lồng ghép với các kịch bản biến đổi khí hậu) và như vậy sẽ hỗ trợ được việc hoạch định chính sách chuyển đổi sang nền kinh tế xanh hơn so với kịch bản phát triển thông thường, giảm thiểu suy thoái về môi trường và cạn kiệt các nguồn tài nguyên thiên nhiên và sinh thái, hướng tới các mục tiêu phát triển bền vững trung và dài hạn.

Mô hình GEM có thể được hiểu là mô hình mô phỏng theo thời gian, dựa trên việc “khám phá” cấu trúc hệ thống cần nghiên cứu thể hiện qua các tương tác qua lại giữa các hợp phần của hệ thống cũng như bên trong mỗi hợp phần, sau đó được định lượng hóa để có thể mô phỏng và so sánh các kịch bản phát triển khác nhau (qua xem xét các tổ hợp khác nhau có thể theo từng ngành và các tác động lẫn nhau, tích cực hoặc tiêu cực) để có thể ra được giải pháp khả thi “liên ngành” đảm bảo đạt được các tiêu chí tổng hợp của toàn hệ thống đã đề ra.

Khi áp dụng mô hình GEM, cũng phải xem xét các khả năng chuyển đổi các giải pháp kỹ thuật, công nghệ và quản lý hiện có của các bên, các ngành liên quan ở các cấp độ khác nhau (địa phương hoặc quốc gia). Quá trình xây dựng Kế hoạch hành động TTX của từng tỉnh cũng sẽ góp phần nâng cao nền tảng kiến thức mới và các giải pháp kỹ thuật liên quan, cho chính quyền các cấp trong lĩnh vực phát triển carbon thấp, hoạch định chính sách TTX, thông qua các chương trình hoạt động nâng cao năng lực đáp ứng được mục tiêu đã đề ra, hướng tới sự “đồng thuận” cùng “hiệp lực” đảm bảo xây dựng được và hiện thực hóa được chiến lược phát triển xanh cho địa phương cũng như trên toàn quốc.

Phương pháp tiếp cận của mô hình GEM là lấy môi trường và các nguồn

tài nguyên thiên nhiên và sinh thái cũng như con người làm gốc, để phát triển và cung cấp dịch vụ đảm bảo phát triển kinh tế và xã hội bền vững. Phát triển kinh tế sẽ dựa trên các nguồn lực nói trên, nhưng đồng thời cũng sản sinh ra các vấn đề mà không mong muốn (ví dụ như chất thải, ô nhiễm môi trường, cạn kiệt dần nguồn tài nguyên thiên nhiên và sinh thái) và sẽ tác động trở lại, hạn chế sự phát triển kinh tế và xã hội, tức là không đảm bảo phát triển xanh và bền vững (trong tương lai). Để giải quyết các mâu thuẫn này, mô hình GEM được xây dựng giúp cho các bên liên quan và các nhà hoạch định chính sách đổi mới tư duy theo hướng tích hợp hệ thống để đảm bảo hài hòa các mục tiêu khác nhau, đặc biệt là các mục tiêu về môi trường (cụ thể là giảm thiểu phát thải) và về xã hội, đồng hành cùng với mục tiêu phát triển kinh tế. Mô hình GEM khi được xây dựng một cách “khách quan, minh bạch và tường minh”, sẽ là công cụ hỗ trợ chung, tạo điều kiện cho các bên liên quan có cùng cơ sở để thảo luận về các giải pháp đạt tới một mục tiêu chung là dịch chuyển sang phát triển kinh tế xanh carbon thấp nhất có thể được, đặc biệt thông qua các giải pháp nâng cao hiệu quả năng lượng, gia tăng năng lượng tái tạo, trồng rừng, cải thiện hiệu quả sử dụng nguồn tài nguyên nước, tái sử dụng chất thải, và dịch chuyển sang phát triển nông nghiệp bền vững - bằng cách minh họa các tác động (tích cực cũng như tiêu cực) của từng giải pháp có thể tác động đâu đó trong toàn bộ hệ thống, để cùng thảo luận xem phải “hài hòa” như thế nào để đạt được các tiêu chí chính về kinh tế, môi trường và xã hội.

Mô hình GEM có thể coi là một mô hình chung, tổng hợp và tích hợp “liên ngành”, theo nguyên tắc đảm bảo sự tham gia và đóng góp từ các lĩnh vực và các bên liên quan khác nhau để gia tăng sự hiểu biết lẫn nhau về các vấn đề chính và tìm cách hoạch định chính sách mang tính hệ thống, “liên ngành” để đạt được hiệu quả “đa mục tiêu” của toàn hệ thống. Mô hình GEM là mô hình “mềm dẻo”, dựa trên cấu trúc chung, phản ánh được các mối quan hệ phản hồi quan trọng giữa các trụ cột chính là kinh tế, xã hội, tài nguyên môi trường sinh thái, biến đổi khí hậu, và tài nguyên con người, và phải “tùy biến” và “định lượng” hóa theo các ngữ cảnh cụ thể để có thể mô phỏng theo thời gian và so sánh các kịch bản khác nhau.

Cấu trúc được minh họa nêu bật một số tính năng chính của mô hình

GEM, bao gồm:

Vòng phản hồi: Phản hồi là một quá trình trong đó nguyên nhân ban đầu trải qua một chuỗi các hiệu ứng tuần tự có thể, cuối cùng lại ảnh hưởng đến chính nó. Các mũi tên trong mô hình biểu thị mối quan hệ nhân quả. Các biến di chuyển thuận chiều, theo cùng một hướng (mũi tên màu xanh có dấu dương; ví dụ: sản lượng cao hơn dẫn đến chi tiêu nhiều hơn) hoặc ngược lại (mũi tên màu đỏ có dấu âm; ví dụ: phát thải KNK nhiều hơn dẫn đến tích lũy vốn con người thấp hơn). Mô hình có thể bao gồm nhiều vòng lặp thể hiện mối quan hệ nhân quả, mỗi vòng lại liên quan đến nhiều biến khác nhau. Ví dụ, GDP cao hơn làm tăng nhu cầu chi tiêu, tăng sử dụng tài nguyên thiên nhiên, dẫn đến phát thải KNK cao hơn và làm cạn kiệt dần dịch vụ sinh thái. Qua tương tác hệ thống theo thời gian, có thể ảnh hưởng tiêu cực đến các biến khác trong hệ thống, và cuối cùng ảnh hưởng đến GDP trong tương lai.

Mối quan hệ Lưu lượng - tích lũy: Những mối quan hệ này đặc trưng cho các biến số và hành vi chung cho các hệ thống xã hội, kinh tế, khí hậu và vốn tự nhiên. Ví dụ, vốn được tích lũy từ các dòng đầu tư ròng; KNK là tích lũy từ các dòng KNK; Vốn tự nhiên được tích lũy từ dòng tạo ra từ các quá trình sinh học như rừng, đất đai, thủy sản, v.v. và giảm dần khi khai thác và suy giảm. Các mối quan hệ Lưu lượng – tích lũy, tùy từng ngữ cảnh, có thể hiểu tích lũy là “kho” hoặc “trữ lượng”, v.v., tổng quát hơn là trạng thái tại thời điểm nào đó. Còn lưu lượng có thể hiểu là lượng thay đổi theo một đơn vị thời gian. Về mặt toán học đó là tích phân, hoặc hiểu đơn giản là “Hiện tại = quá khứ + thay đổi từ quá khứ đến hiện tại”. Lưu lượng có thể gồm nhiều lưu lượng vào và ra, và lưu lượng ròng sẽ làm thay đổi trữ lượng (qua tích phân).

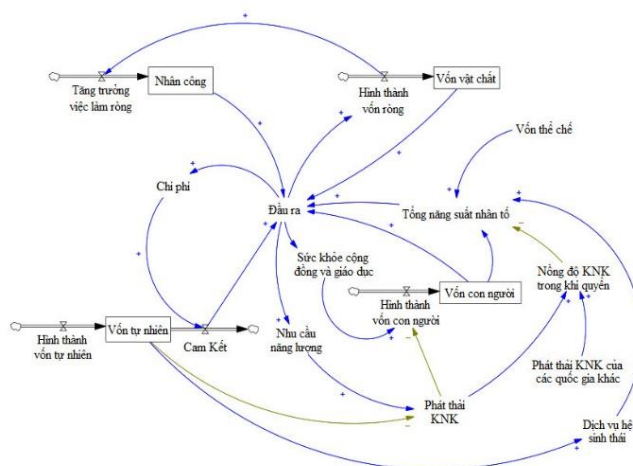
Tính phi tuyến và độ trễ: Tính phi tuyến phản ánh một hiệu ứng không theo tỷ lệ, và đến mức độ nào đó có thể vượt ngưỡng, trong đó thay đổi đầu vào nào đó có thể tạo ra các hiệu ứng biên không bằng nhau đối với các biến liên quan, tùy thuộc vào tốc độ và kích cỡ ban đầu khi thay đổi. Ví dụ, sự gia tăng

nồng độ ô nhiễm không khí, được biểu thị dưới dạng hạt vật chất (ví dụ qua PM2.5) trong khí quyển, làm trầm trọng thêm tổn hại sức khỏe. Trì hoãn đề cập đến thời gian cần thiết để thực hiện một chính sách cụ thể, làm tăng mức độ tác động của chính sách đó đối với các mục tiêu đã chọn, từ đó ảnh hưởng đến kết quả của hệ thống. Thông thường, cần phải có một thời gian nhất định để can thiệp nào đó mới thể hiện ra kết quả. Ví dụ, cấm xây dựng các nhà máy điện mới có thể giảm phát khí thải nhà kính trong tương lai, nhưng chỉ khi các nhà máy hiện tại bị đóng cửa, nếu không có chính sách liên quan nào khác được áp dụng. Tất cả các tính năng này đều dễ dàng được tích hợp trong mô hình GEM.

GEM sử dụng phân tích kịch bản để dự báo các quỹ đạo phát triển khác nhau, từ đó cho phép phân tích các thay đổi do chính sách gây ra. Với mục đích này, hai kịch bản đã được mô phỏng là kịch bản Kinh phát triển thông thường (BAU) và kịch bản Giảm phát thải. Kịch bản BAU, còn được gọi là kịch bản cơ sở, là kịch bản trong đó các xu hướng lịch sử được cho là tiếp tục và không thực hiện chính sách bổ sung nào cho phát triển carbon thấp. Kịch bản Giảm phát thải đưa ra những tham vọng bổ sung thông qua việc thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép. Số liệu sử dụng để xây dựng kịch bản BAU bao gồm các thông tin thống kê liên quan đến các ngành, lĩnh vực kinh tế - xã hội bao gồm: Năng lượng, Giao thông vận tải, Nông nghiệp, Công nghiệp, Lâm nghiệp và Chất thải. Số liệu sử dụng để xây dựng kịch bản Giảm phát thải là các kết quả về kịch bản giảm phát thải cho lĩnh vực sản xuất sắt thép ở Việt Nam.

Hiệu chỉnh mô hình và mô phỏng các chính sách: Để định lượng “cấu trúc”, mô hình GEM phải được hiệu chỉnh đảm bảo nhiều tiêu chí chung về việc lập mô hình (đặc biệt là các phương trình liên quan đến các mối quan hệ giữa các biến), nhưng tối thiểu phải “tái tạo” được một giai đoạn lịch sử nhất định (ví dụ 2005-2022). Sau khi đã hiệu chỉnh, mức độ độ tin cậy của mô hình sẽ tăng dần, và sẽ được tiếp tục sử dụng để mô phỏng các kịch bản chính sách khác nhau để so sánh

chọn ra được phương án tốt nhất có thể, và cần trao đổi với các bên liên quan để cải thiện tiếp. Mô hình GEM sử dụng chuỗi số liệu trong một khoảng thời gian nào đó trong tương lai dựa trên cấu trúc vốn có và các can thiệp trong tương lai, để “dự báo” các kịch bản khác nhau nhằm so sánh và chọn lọc theo tiêu chí đã đặt ra.



Hình 2.8. Cấu trúc chính của Mô hình GEM

GEM được xây dựng bằng cách sử dụng các công cụ mô hình hóa, cụ thể là theo Động thái học hệ thống, tức là nghiên cứu chuyển động về trạng thái của hệ thống theo dòng thời gian, trên cơ sở tư duy hệ thống, tách thành các hợp phần và tích hợp lại, tùy mức độ chi tiết. Điểm nhấn là ở chỗ có thể kết nối các cấu trúc phụ thuộc lẫn nhau của các hợp phần (kinh tế, năng lượng, môi trường, xã hội, ...) sau khi tham khảo ý kiến chuyên gia ở các ngành khác nhau và các bên liên quan. Việc sử dụng mô hình GEM dựa trên động thái học Hệ thống cho phép xử lý “linh hoạt” tính phức tạp của hệ thống và độ phức tạp tính toán (tích phân, tính phi tuyến và độ trễ của tác động) trên các phần mềm chuyên dụng (như VENSIM) mang tính hiển thị cao và cho phép linh hoạt khi thay đổi và tùy biến, vì thế dễ dàng mô phỏng nhiều kịch bản khác nhau để tìm ra được giải pháp tích hợp “xuyên ngành” có các phản hồi lẫn nhau, hướng tới giải pháp khả thi, đảm bảo phát triển xanh bền vững ở các cấp độ khác nhau.

GEM sử dụng phân tích kịch bản để dự báo các quỹ đạo phát triển khác nhau, từ đó cho phép phân tích các thay đổi do chính sách gây ra. Với mục đích này, hai kịch bản đã được mô phỏng là kịch bản Kinh phát triển thông thường

(BAU) và kịch bản Giảm phát thải. Kịch bản BAU, còn được gọi là kịch bản cơ sở, là kịch bản trong đó các xu hướng lịch sử được cho là tiếp tục và không thực hiện chính sách bổ sung nào cho phát triển carbon thấp. Kịch bản Giảm phát thải đưa ra những tham vọng bổ sung thông qua việc thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK trong lĩnh vực sản xuất thép. Số liệu sử dụng để xây dựng kịch bản BAU bao gồm các thông tin thống kê liên quan đến các ngành, lĩnh vực kinh tế - xã hội bao gồm: Năng lượng, Giao thông vận tải, Nông nghiệp, Công nghiệp, Lâm nghiệp và Chất thải. Số liệu sử dụng để xây dựng kịch bản Giảm phát thải là các kết quả về kịch bản giảm phát thải cho lĩnh vực sản xuất sắt thép ở Việt Nam.

Tiểu kết chương 2:

Để đạt được các mục tiêu của luận án, khung tiếp cận NCS đưa ra bao gồm 5 bước chính: (1) Quan trắc đo đạc thông số phát thải KNK tại nhà máy thép; (2) Xác định hệ số phát thải cho quá trình tiêu thụ năng lượng của lò BOF và EAF trong sản xuất thép; (3) Xác định hệ số phát thải theo từng quá trình sản xuất trong lĩnh vực sản xuất thép; (4) Hệ số phát thải tổng hợp cho quá trình sản xuất thép ở Việt Nam cho 2 loại hình công nghệ BOF và EAF; (5) Đánh giá tác động của các kịch bản đến phát triển kinh tế - xã hội. Luận án kết hợp hai cách tiếp cận từ trên xuống và từ dưới lên vì các số liệu liên quan đến tính toán hệ số phát thải và xây dựng kịch bản giảm phát thải được quản lý và cung cấp cả ở cấp cơ sở và đơn vị quản lý. Các phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng trong luận án bao gồm: (1) Phương pháp xây dựng hệ số phát thải KNK cho sản xuất thép bao gồm: phương pháp quan trắc nguồn thải và Phương pháp tính toán hệ số phát thải KNK; (2) Phương pháp thu thập số liệu; (3) Phương pháp kiểm kê phát thải KNK theo hướng dẫn của IPCC và (4) Phương pháp đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải Khí nhà kính. Các phương pháp trên được thực hiện để giải quyết mục tiêu nghiên cứu của luận án, cụ thể:

Phương pháp xây dựng hệ số phát thải KNK cho sản xuất thép bao gồm: (1) phương pháp quan trắc nguồn thải và Phương pháp tính toán hệ số phát thải

KNK; (2) Phương pháp thu thập số liệu giải quyết mục tiêu số 1 về “Xác định được phương pháp xây dựng hệ số phát thải KNK đặc trưng cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam” và câu hỏi nghiên cứu 1 “Phương pháp nào có thể áp dụng để xác định hệ số phát thải KNK đặc trưng của Việt Nam cho các công nghệ sản xuất thép BOF và EAF? Các hệ số phát thải KNK có sai lệch nhiều so với các hệ số mặc định của IPCC đối với lĩnh vực sản xuất thép trên thế giới hay không?”; (3) Phương pháp kiểm kê phát thải KNK theo hướng dẫn của IPCC và (4) Phương pháp đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ phát thải Khí nhà kính giải quyết mục tiêu số 2 về “Xây dựng và đánh giá được tác động được các kịch bản phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam” và cho câu hỏi nghiên cứu 2 “Các kịch bản phát thải KNK và cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam được xây dựng thông qua áp dụng hệ số phát thải KNK này có sai khác nhiều so với các kịch bản đã được xây dựng trước đây hay không?” và câu hỏi nghiên cứu 3 “Thực hiện các giải pháp giảm phát thải KNK trong sản xuất thép ở Việt Nam sẽ có những tác động như thế nào đến các khía cạnh kinh tế, xã hội và môi trường?”

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng sản xuất thép và công nghệ sản xuất thép

3.1.1. Hiện trạng sản xuất thép

3.1.1.1. Trên thế giới

Thép là một trong những vật liệu thiết yếu nhất trong xã hội hiện đại, đóng một vai trò quan trọng trong các ngành công nghiệp khác nhau như xây dựng, ô tô, cơ sở hạ tầng và sản xuất. Ngành sản xuất thép đã có sự tăng trưởng và chuyển đổi đáng kể trong những năm qua, góp phần vào sự phát triển kinh tế của nhiều quốc gia. Sản lượng gang thép thế giới có sự biến động qua thời gian phụ thuộc vào sự phát triển của nền kinh tế thế giới. Bảng 3.1 thể hiện sản lượng thép thô trên thế giới trong giai đoạn 1950 – 2022.

Bảng 3.1. Sản lượng thép thô trên thế giới giai đoạn 1950 – 2022

Đơn vị: triệu tấn

Năm	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Sản lượng	189	347	595	717	770	850	1.433	1.624	1.877	1822	1962	1885

(Nguồn: [60Error! Reference source not found.])

So với năm 2019, sản lượng thép của các nước có chiều hướng giảm như sau: Sản lượng thép thô của khu vực Bắc Mỹ giảm mạnh 15,5% xuống còn 101,1 triệu tấn do sản lượng của cả 3 nước sản xuất chủ chốt đều giảm. Sản lượng của Mỹ giảm 17,2% xuống còn 72,7 triệu tấn, riêng trong quý IV/2020 giảm 11,8% chỉ đạt 6,4 triệu tấn; Canada giảm 14,1% xuống 11,1 triệu tấn, riêng tháng 12 sản xuất 1,1 triệu tấn (giảm 2%); Mexico giảm 8,3% xuống là 16,9 triệu tấn, riêng quý IV tăng 13,9% lên 1,6 triệu tấn; Ấn Độ giảm khá mạnh, lên đến 10,6%, xuống còn 99,6 triệu tấn; Nhật Bản cũng giảm 16,2% xuống còn 83,2 triệu tấn; Hàn Quốc giảm 6% xuống còn 67,1 triệu tấn. EU giảm 11,8%; Đức giảm 10% xuống còn 35,7 triệu tấn.

Trong khi đại dịch COVID-19 gây ra sự gián đoạn trong nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm cả sản xuất thép, ngành này đã cho thấy khả năng phục hồi và đang dần phục hồi. Theo Hiệp hội thép thế giới (2023), sản lượng thép thô thế giới của 64 quốc gia báo cáo với Hiệp hội Thép Thế giới là 1884,2 triệu tấn (Mt) trong năm 2022, trong đó sản lượng thép thô theo khu vực được thể hiện trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Sản lượng thép thô theo khu vực trong năm 2022

Đơn vị: Triệu tấn

Vùng lãnh thổ	Sản lượng thép thô
Châu Âu (27 quốc gia)	136,3
Các quốc gia châu Âu khác	45,8
Nga & CIS và Ukraine	85,8
Bắc Mỹ	111,3
Nam Mỹ	43,4
Châu Phi	21,1
Trung Đông	50,4
Châu Á	1383,8
Tổng	1884,2

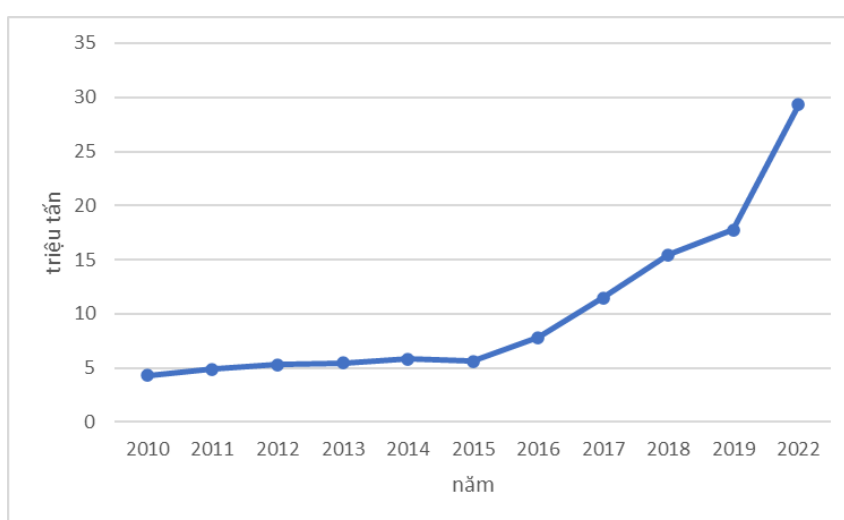
(Nguồn: [60])

Theo Bảng 3.2, trong năm 2022, châu Âu (bao gồm 27 quốc gia) sản xuất 136,3 triệu tấn thép thô và các quốc gia châu Âu khác sản xuất 45,8 triệu tấn, Nga và CIS và Ukraina sản xuất 85,8 triệu tấn. Tại khu vực châu Mỹ, sản lượng thép thô được sản xuất tại Bắc Mỹ là 111,3 triệu tấn trong khi tại Nam Mỹ chỉ là 43,4 triệu tấn. Các quốc gia châu Phi có sản lượng thép thô thấp nhất với 21,1 triệu tấn trong khi khu vực châu Á có sản lượng thép thô cao nhất là 1383,8 triệu tấn. Khu vực Trung Đông có sản lượng thép thô là 50,4 triệu tấn.

3.1.1.2. Ở Việt Nam

Ngành công nghiệp thép Việt Nam được quan tâm chú trọng vào cuối thập kỷ 50 của thế kỷ XX. Sau 60 năm xây dựng, ngành thép Việt Nam đã trở thành

ngành công nghiệp quan trọng trong nền kinh tế của Việt Nam. Trong 10 năm gần đây, ngành công nghiệp sản xuất thép của nước ta đã có bước phát triển mạnh. Sản xuất gang tăng từ 0,5 triệu tấn năm 2010 lên 9,9 triệu tấn năm 2019. Sản xuất thép thô từ 4,3 triệu tấn năm 2010 lên 17,5 triệu tấn năm 2019. Cán nóng tăng từ 5,7 triệu tấn năm 2010 đến 15,8 triệu tấn năm 2019. Theo Hiệp hội thép Việt Nam (2023), sản xuất thép thành phẩm năm 2022 đạt 29,339 triệu tấn, giảm 11,9% so với cùng kỳ năm 2021. Sản lượng thép thô tại Việt Nam trong giai đoạn 2010 – 2022 được nêu trong Hình 3.1.



Hình 3.1. Sản lượng thép thô của Việt Nam giai đoạn 2010 – 2022

(Nguồn: [18Error! Reference source not found.,19,20Error! Reference source not found.,21,22,23])

Cho đến nay, sản xuất trong nước đã đáp ứng đủ nhu cầu về thép xây dựng, thép cán nguội, ống thép và thép lá mạ kim loại, trong khi thép lá mạ kim loại, ống thép và thép cán nguội cũng được xuất khẩu. Tuy nhiên, một số nguyên liệu và sản phẩm cần phải nhập khẩu như quặng sắt, than luyện cốc, phế liệu, thép cuộn cán nóng (HRC), thép đặc biệt và hợp kim.

a) Sản xuất gang:

Hiện nay Việt Nam có 12 lò cao đang hoạt động, thể tích các lò từ 100 đến 4.350m³ (lò cao 4.350m³ hoạt động từ tháng 6/2017). Sản lượng gang năm

2019 đạt 9,9 triệu tấn. Sản lượng gang năm 2019 cao gần gấp 20 lần so với năm 2020 và cao gần 6 lần so với năm giữa thập kỷ là năm 2015 (Bảng 3.3)

Bảng 3.3. Sản lượng gang của Việt Nam giai đoạn 2010-2019

Đơn vị: Triệu tấn

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Gang	0,5	0,6	0,65	0,7	1,4	1,7	2,6	4,25	8,12	9,9

(Nguồn: [18, 19, 20, 21, 22, 23])

b) Sản xuất thép thô:

Ngành thép Việt Nam đang sử dụng ba loại lò luyện thép chính: Lò chuyển thổi ôxy (BOF) từ 20 – 300 tấn/mẻ. Lò điện hồ quang (EAF) từ 20-120T/mẻ. Lò cảm ứng (IF) từ 6 – 50T/mẻ. Sản lượng thép thô năm 2019 đạt 17,7 triệu tấn, tăng hơn 3- 4 lần so với những năm đầu thập kỷ, chứng minh cho năng lực sản xuất thép ở Việt Nam ngày càng được cải thiện, dần đáp ứng với các nhu cầu về phát triển kinh tế xã hội trong nước (Bảng 3.4)

Bảng 3.4. Sản lượng thép thô của Việt Nam giai đoạn 2010-2019

Đơn vị: triệu tấn

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Thép thô	4,31	4,9	5,3	5,47	5,85	5,65	7,81	11,47	15,47	17,72

(Nguồn: [18, 19, 20, 21, 22, 23])

Theo Cục Công nghiệp, Bộ Công Thương, sản lượng thép thô tăng 34,8% trong năm 2018 so với năm 2017. Đối với các sản phẩm thép hoàn thiện, sản lượng tăng 23,9% năm 2017 và 15,8% năm 2018.

Cùng với việc tăng năng lực sản xuất và xử lý, mức tiêu thụ năng lượng trong ngành thép đang tăng nhanh. Tiêu thụ năng lượng trong ngành chiếm khoảng 5,2% tổng tiêu thụ năng lượng của toàn ngành. Với việc Formosa và Dung Quất (thuộc sở hữu của Tập đoàn Hòa Phát) sẽ sớm hoạt động hết công suất (dự kiến vào năm 2020), mức tiêu thụ năng lượng của ngành thép dự kiến sẽ tăng lên đáng kể.

Về tiềm năng hạn chế sự gia tăng sử dụng năng lượng, Hiệp hội Thép Việt Nam (VSA) ước tính trong năm 2018, tiềm năng tiết kiệm năng lượng của ngành thép Việt Nam lên tới 21%, tương đương 53TJ. Bộ Công Thương đã ban hành Thông tư số 20/2016/TT-BCT về tiêu chuẩn hiệu suất năng lượng tối thiểu theo Luật sử dụng năng lượng tiết kiệm cho nhà máy thép. Tuy nhiên, việc thực thi các tiêu chuẩn được quy định trong thông tư còn hạn chế do thiếu sự giám sát, xác minh và thực thi thường xuyên.

Mới đây, Chương trình Quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả lần thứ ba (VNEEP3) đã được Chính phủ phê duyệt. Mục tiêu của ngành thép trong VNEEP3 là giảm suất tiêu hao năng lượng từ 3% -10% tùy theo loại sản phẩm vào năm 2025. Năm 2030, mục tiêu là giảm suất tiêu hao năng lượng từ 5% -16,5%.

3.1.2. Quy trình và công nghệ sản xuất thép trên thế giới và tại Việt Nam

3.1.2.1. Quy trình sản xuất thép

Thép là hợp kim của sắt, carbon có chứa hàm lượng carbon dưới 2%, hàm lượng mangan dưới 1% và thêm các nguyên tố khác như photpho, lưu huỳnh, silic, oxy. Tỷ lệ carbon trong thép thường nhỏ hơn 25% tùy vào trọng lượng. Hiện nay, thép được sử dụng phổ biến cho nhiều lĩnh vực khác nhau trong cuộc sống nhưng nhiều nhất vẫn là ngành xây dựng, kỹ thuật, công nghiệp.

Về nguyên tắc, quy trình sản xuất thép cần nóng chảy hợp kim trong lò ở nhiệt độ cực kỳ cao tới 1.600°C (2.900°F). Quy trình sản xuất thép gồm nhiều công đoạn khép kín từ đầu vào tới khâu ra sản phẩm. Hai quy trình chính để sản xuất thép bao gồm: sản xuất bằng lò cơ bản (BOF) và sản xuất bằng lò quang điện (EAF). Trong quá trình sản xuất bằng lò cơ bản (BOF), quặng sắt là nguyên liệu chính. Trong lò quang điện, sắt vụn và đôi khi sắt xộp cũng được sử dụng làm nguyên liệu đầu vào. Bọt biển là sản phẩm trung gian, được sản xuất từ quặng sắt bằng phương pháp khử trực tiếp và sau đó được tiếp tục giảm và nung trong lò điện.

Dựa vào các tài liệu, quy trình sản xuất thép hoàn chỉnh gồm 06 công đoạn cơ bản sau:



Hình 3.2. Quy trình sản xuất thép

❖ **Giai đoạn 1: Xử lý quặng**

Thép được sản xuất từ quặng sắt hoặc phế liệu. Quặng sắt là tập hợp những khoáng sản có thể được chuyển đổi thành sắt. Chất lượng của quặng sắt chủ yếu được xác định bởi thành phần của nó; hàm lượng sắt cao và hàm lượng lưu huỳnh và photpho thấp là thuận lợi cho quá trình luyện thép.

Quặng sắt có thể được tìm thấy trên khắp thế giới với hàm lượng sắt khác nhau. Vật liệu này kết hợp với các nguyên liệu phụ gia khác như: than, đá vôi để đưa vào lò nung. Khi nung nóng tới một nhiệt độ nhất định, hỗn hợp này sẽ trở thành dòng kim loại nóng chảy.

❖ **Giai đoạn 2: Tạo dòng nóng chảy**

Sau khi quặng được xử lý sẽ được đưa vào từ phần đỉnh của lò cao, thổi khí nóng từ dưới lên.

Việc đốt cháy than cốc dẫn đến khí Carbon monoxit (CO) phát sinh. Khi nhiệt độ trong lò lên đến 2000°C, quặng sắt sẽ biến đổi thành thép nóng chảy ở dưới lò, gọi là thép đen nóng chảy.

Sau đó, thép đen sẽ được tinh lọc lại để trở thành thép nóng chảy nguyên chất.

Các phương pháp luyện thép sơ cấp khác nhau giữa các phương pháp lò cơ bản và hồ quang điện. Phương pháp lò cơ bản thêm thép phế liệu tái chế vào sắt nóng chảy trong một bộ chuyển đổi. Ở nhiệt độ cao, oxy được thổi qua kim loại, làm giảm hàm lượng carbon xuống từ 0-1,5%.

Các phương pháp hồ quang điện, thay vào đó, cung cấp phế liệu thép tái chế thông qua việc sử dụng hồ quang điện công suất cao (nhiệt độ lên tới 1650°C) để làm nóng chảy kim loại và chuyển đổi nó thành thép chất lượng cao.

❖ Giai đoạn 3: Chế tạo thép thứ cấp

Chế tạo thép thứ cấp liên quan đến việc xử lý thép nóng chảy được sản xuất từ cả hai tuyến lò cơ bản và hồ quang điện để điều chỉnh thành phần thép. Việc này được thực hiện bằng cách thêm hoặc loại bỏ một số yếu tố không cần thiết nhất định hoặc điều chỉnh nhiệt độ và môi trường sản xuất. Tùy thuộc vào các loại thép, có thể sử dụng các quy trình luyện thép thứ cấp sau: khuấy, lò hun, tiêm mức, khử khí và điều chỉnh thành phần bằng bột khí carbon kín với thổi oxy (CAS-OB).

❖ Giai đoạn 4: Đúc liên tục

Sau khi tạo được dòng thép nóng chảy ở giai đoạn 2 thì dòng thép được dẫn tới lò đúc liên tục, cho ra các sản phẩm phôi thép với các kích thước và mức thép khác nhau. Thông thường sẽ có 3 loại phôi chính trong giai đoạn này là phôi thanh, phôi phiến và phôi bloom.

❖ Giai đoạn 5: Hình thành sơ cấp

- Phôi ở trạng thái nóng sẽ được cán liên tục với tốc độ cao để tạo ra các sản phẩm thép hình như thép hình U, thép hình I, thép hình V, thép hình H, thép cuộn, thép thanh, thép xây dựng. Sau khi cán ra thép cuộn cán nóng thì sẽ được đưa tới nhà máy để cán thép ống hàn. Còn nếu đưa phôi vào nhà máy thép tấm sẽ tạo ra thép tấm đúc.

- Phôi ở trạng thái nguội sẽ được hạ nhiệt độ xuống thấp nhất, chuyển qua dây chuyền tẩy gỉ để cán và tạo thành sản phẩm như thép hộp, thép ống,... với các mẫu mã kích thước theo nhu cầu sử dụng.

❖ Giai đoạn 6: Sản xuất, chế tạo và hoàn thiện

Cuối cùng, các kỹ thuật tạo hình thứ cấp mang lại cho thép hình dạng và tính chất cuối cùng. Những kỹ thuật này bao gồm: tạo hình (ví dụ như tạo ra

dao, chén, đĩa, thớt,...); gia công (khoan); tham gia (ví dụ hàn); lớp phủ (ví dụ mạ điện); xử lý nhiệt; xử lý bề mặt (ví dụ: carbon hóa).

3.1.2.2. Công nghệ sản xuất thép

Hiện nay, trên thế giới có hai công nghệ chính để sản xuất thép, bao gồm: công nghệ lò thổi oxy (BOF) (được sử dụng để sản xuất khoảng 70% sản lượng thép trên thế giới) và công nghệ lò điện hồ quang (EAF) (được sử dụng để sản xuất khoảng 30% sản lượng thép trên thế giới). Ngoài hai công nghệ chính nêu trên còn có hai công nghệ mới phát triển là: Hoàn nguyên nấu chảy – lò chuyển ôxy – đúc liên tục và Hoàn nguyên trực tiếp – lò điện hồ quang – đúc liên tục.

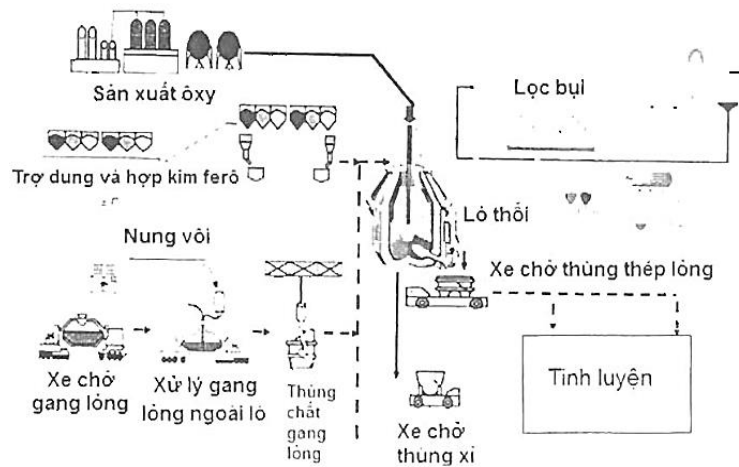
Tuy nhiên, hai công nghệ trên chỉ chiếm tỷ lệ rất nhỏ, khoảng 4 – 5% tổng sản lượng thép thế giới.

Hiện nay, Việt Nam có 3 loại công nghệ luyện thép chính được sử dụng đó là: Lò cao – lò chuyển thổi oxy (BF - BOF, 8 tổ máy), Lò hồ quang điện (EAF, 34 tổ máy) và 38 Lò cảm ứng (IF). Theo thống kê của Hiệp Hội Thép Việt Nam tại thời điểm năm 2018, Việt Nam có tổng số 29 đơn vị sản xuất thép, trong đó có 5 đơn vị sử dụng BOF, 15 đơn vị sử dụng EAF và 8 đơn vị sử dụng IF. Tổng công suất thiết kế của các đơn vị là 18.500.000 tấn/năm, trong đó công suất thiết kế của các nhà máy lò BOF, EAF và IF lần lượt là 9.100.000 tấn/năm (chiếm 49,2%), 7.000.000 tấn/năm (chiếm 37,8%) và 2.400.000 tấn/năm (chiếm 13%).

a) Công nghệ lò thổi oxy BOF (Basic Oxygen Furnace)

Theo Giáo trình luyện thép lò thổi oxy của PGS. TS. Ngô Trí Phúc và TS. Bùi Anh Hòa [16], luyện thép trong lò thổi là một quá trình oxy hóa ở thể lỏng và nâng nhiệt để khử bỏ và điều chỉnh các thành phần trong gang lỏng ban đầu thêm nguyên tố hợp kim đạt yêu cầu của mác thép cần luyện. Cho đến nay, công nghệ này đã được phổ biến trên thế giới cùng với nhiều cải tiến về thiết

bị, hoàn thiện về công nghệ, cụ thể là từ công nghệ thổi đỉnh đã phát triển thành công nghệ thổi phức hợp [16].



Hình 3.3. Bố trí thiết bị của một nhà máy luyện thép lò thổi

(Nguồn: [16])

Một nhà máy luyện thép lò thổi oxy hoàn chỉnh cần phải có các công đoạn sản xuất chính sau:

- Cung cấp nguyên liệu: rót gang lỏng, chất thép phế, cấp liệu rời, fero hợp kim...
- Thổi luyện và ra thép
- Đúc phôi thép: đúc, kiểm tra chất lượng, vận chuyển ra ngoài
- Xử lý và chuyển đi: xỉ và rác thải
- Xử lý và thu hồi khí than

Nguyên liệu luyện thép lò thổi gồm có liệu kim loại (gang lỏng, thép phế, fero hợp kim), liệu phi kim loại (liệu rời) như liệu tạo xỉ và chất tăng carbon, chất oxy hóa. Đặc điểm chất lượng của luyện thép lò thổi như sau:

- Hàm lượng khí trong thép ít
- Hàm lượng các nguyên tố dư trong thép thấp
- Hiệu quả kinh tế cao: tiêu hao kim loại của lò thổi oxy thường khoảng 1100 – 1140 kg/tấn, tiêu hao vật liệu chịu lửa chỉ bằng 15 – 30% so với lò Mactanh

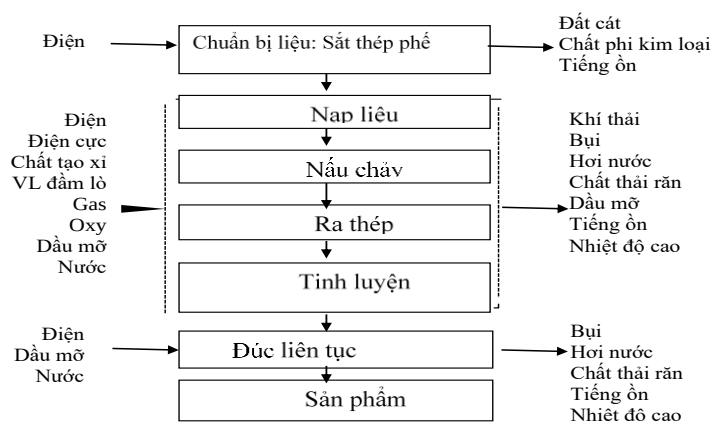
- Thích ứng với nhiều loại nguyên liệu
- Vốn đầu tư cơ bản thấp, xây dựng nhanh

Theo số liệu của Hiệp hội Thép Việt Nam năm 2018, Việt Nam có 08 lò BOF, có dung lượng lò từ 20 đến 320 tấn/mẻ, chiếm 49,2% tổng công suất thiết kế. Sản lượng thép BOF năm 2017 đạt 4.025.000 tấn, chiếm 35% tổng sản lượng phôi thép của cả nước. Trong những năm tới, công nghệ BOF sẽ phát triển mạnh và trở thành công nghệ luyện thép chính ở nước ta.

b) Công nghệ lò điện hồ quang EAF (Electric Arc Furnace)

Sản xuất thép từ thép phế liệu chiếm khoảng 30% sản lượng thép toàn cầu. Dây chuyền công nghệ chính: Thép phế → Luyện thép lò điện hồ quang → Đúc liên tục → Cán Thép được sản xuất trong lò điện hồ quang EAF. Nguyên, nhiên liệu chính của công nghệ này là thép phế và điện. Tùy thuộc vào quy trình công nghệ của từng nhà máy và tính sẵn có của thép phế, thì các nguồn nguyên liệu khác như sắt xộp (DRI) hoặc gang nóng chảy cũng có thể được sử dụng trong dây chuyền sản xuất thép bằng lò điện hồ quang EAF [10].

Theo Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn trong ngành luyện thép từ lò hồ quang điện của Bộ Công thương và Trung tâm sản xuất sạch Việt Nam [10], quy trình sản xuất thép trong lò điện hồ quang bao gồm các bước: chuẩn bị liệu, nạp liệu, nấu chảy, ra thép, tinh luyện, đúc liên tục, thu gom xỉ và đúc liên tục.



Hình 3.4. Quy trình sản xuất thép lò điện hồ quang

(Nguồn: [10])

❖ Chuẩn bị liệu

Nguyên liệu cho luyện thép lò điện là sắt thép phế, sắp xộp và gần đây một số nước như Trung Quốc, Ấn Độ và cả Việt Nam đã sử dụng 50-60% nguyên liệu từ gang lỏng. Sắt thép phế được tập trung tại bãi chứa liệu và xử lý nhằm loại bỏ các tạp chất như đất, cát, nhựa, gỗ... Sau khi được xử lý, liệu được chất vào thùng rồi vận chuyển đến vị trí quy định của xưởng luyện. Một hoạt động quan trọng là kiểm tra các đồng vị phóng xạ trong nguyên liệu.

❖ Nạp liệu

Sắt thép vụn cùng với chất trợ dung như vôi, dolomit được chất vào thùng chứa liệu. Khi nạp liệu, các điện cực được nâng lên cao, nắp lò được xoay sang một bên để chất liệu từ thùng chứa liệu vào lò. Thông thường lần đầu chất 50-60% liệu cho cả mẻ. Sau đó nắp lò đóng lại, điện cực từ từ hạ xuống tới khoảng cách 20-30 mm tới liệu thì bắt đầu đánh hồ quang. Sau khi liệu đầu nóng chảy thì chất phần liệu còn lại vào lò.

❖ Nấu chảy

Khi bắt đầu quá trình nấu chảy cần sử dụng công suất điện thấp để phòng ngừa sự phá hủy tường lò và nắp lò do bức xạ nhiệt. Khi hồ quang bị bao che bởi sắt thép phế xung quanh thì có thể nâng công suất điện cho đến khi nấu chảy hoàn toàn. Các vôi phun oxy ngày nay cũng được sử dụng để cường hóa quá trình nấu luyện

❖ Rót thép và ra xỉ

Khi thép lỏng đạt yêu cầu thì cần tháo xỉ trước khi rót thép vào thùng để đưa sang lò tinh luyện. Trong các nhà máy không có các thiết bị tinh luyện riêng thì các nguyên tố hợp kim được cho vào thép trước hoặc trong khi ra thép. Các chất cho thêm như vậy cũng làm tăng lượng khói trong quá trình ra thép

❖ Tinh luyện

Tinh luyện thép thông thường được tiến hành trong lò thùng. Sau khi thép được lấy ra từ lò điện hồ quang. Trong lò thùng, bề thép lỏng được nâng nhiệt bằng

hồ quang điện và đồng đều hoá nhiệt độ cũng như thành phần hoá học bằng cách thổi khí argon nhằm khử sâu các tạp chất khí và tạp chất phi kim loại

❖ Đúc liên tục

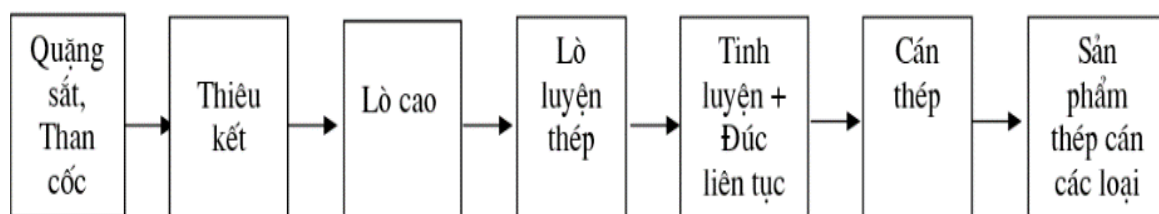
Hiện nay, trên 90% sản lượng thép sản xuất trên toàn thế giới được đúc liên tục do công nghệ này cải thiện được năng suất và chất lượng của phôi thép. Thép lỏng sau khi tinh luyện được rót vào thùng trung gian (tundish) của máy đúc liên tục để đúc thành thép phôi vuông, phôi dẹt...

3.1.3. Mô tả địa điểm nghiên cứu

Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO), cái nôi của ngành công nghiệp luyện kim Việt Nam, tiền thân là Công ty Gang thép Thái Nguyên, được thành lập năm 1959, là khu Công nghiệp đầu tiên tại Việt Nam có dây chuyền sản xuất liên hợp khép kín từ khai thác quặng sắt đến luyện gang, luyện thép và cán thép. Ngày 29/11/1963, mẻ gang đầu tiên của Công ty ra lò đã đánh dấu mốc son quan trọng trong công cuộc xây dựng và phát triển của Công ty cũng như của ngành luyện kim Việt Nam [66]. Sản phẩm chính: than mỡ, quặng sắt, gang, phôi thép, thép các loại.

Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên hiện nay có các đơn vị đó là: Nhà máy Cốc hóa, Nhà máy Luyện thép, Nhà máy Luyện gang, Nhà máy cán Lưu xá, Nhà máy cán thép Thái Nguyên.

Công nghệ sản xuất thép cán của Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên xuất phát từ công nghệ luyện kim truyền thống.



Hình 3.5. Quy trình dây chuyền sản xuất



Hình 3.6. Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên

(Nguồn: Công ty cổ phần gang thép Thái Nguyên [12])

Khí thải được phát sinh chủ yếu từ quá trình gia nhiệt lò luyện cốc, lò luyện gang, lò luyện thép và lò nung cán thép.

Bảng 3.5. Khối lượng và nguyên liệu thép phế và nhiên liệu đầu vào của các Nhà máy trong các năm 2015 – 2019

TT	Nhà máy	Nguyên liệu	Đơn vị	2015	2016	2017	2018	2019
1	Nhà máy Cốc hóa	Than mỡ	tấn	175.470	168.684	162.271,68	168.164	174.020
2	Nhà máy Luyện thép	Thép phế (ước tính)	tấn	23.815	23.815	23.815	23.815	23.815
3	Nhà máy Luyện gang	Quặng sắt	tấn	131.555	114.114	104.519	107.287	105.265
4	Nhà máy cán Lưu xá	Phôi thép	tấn	400.142	545.426	457.802	347.284	141.448
5	Nhà máy Cán thép TN	Phôi thép	tấn	276.684	301.139	314.619	335.635	303.606

(Nguồn: [12])

Tại công ty CP Gang thép Thái Nguyên công tác thực hiện các giải pháp giảm phát khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu như sau:

- Thường xuyên nghiên cứu, áp dụng các giải pháp kỹ thuật cho tiết kiệm nguyên nhiên liệu, trong các năm qua việc sử dụng khí sạch CNG thay thế nhiên liệu dầu FO cũng như việc sử dụng lại khí than phát sinh trong quá trình luyện cốc làm nhiên liệu sản xuất giúp giảm thiểu phát sinh khí thải, giảm phát thải khí phát thải khí nhà kính có hiệu quả.

- Thực hiện lập Báo cáo đánh giá tác động môi trường, cam kết bảo vệ môi trường và đề án bảo vệ môi trường tại các đơn vị theo đúng quy định. Các chương trình quan trắc, giám sát môi trường hàng năm được thực hiện có hiệu quả là cơ sở để xây dựng các giải pháp nhằm xử lý các vấn đề còn tồn tại về ô nhiễm môi trường. Chất lượng môi trường đạt đến tiêu chuẩn Việt Nam.

- Thực hiện công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho đội ngũ CBCNV về phát triển bền vững. Phát huy vai trò của người lao động cùng tổ chức công đoàn trong việc áp dụng công nghệ sạch và giữ gìn vệ sinh môi trường lao động, sử dụng nhiên liệu, tiết kiệm điện năng, năng lượng. Xây dựng và ban hành quy chế công tác Bảo hộ lao động và bảo vệ môi trường tại đơn vị là công cụ quản lý hữu hiệu cho việc thực hiện bảo vệ môi trường có hiệu quả.

- Tham gia vào các chương trình sản xuất sạch hơn của Bộ Công thương phát động, triển khai có tác dụng tích cực trong việc giảm thiểu phát thải, tiết kiệm năng lượng. Hàng năm tổ chức thực hiện công tác sáng kiến, cải tiến công nghệ, tiết kiệm giá thành với giá trị làm lợi hàng trăm tỷ đồng.

- Xây dựng tổ chức bộ máy thực hiện công tác quản lý bảo vệ môi trường từ công ty đến các đơn vị thành viên.

- Triển khai thực hiện các quy định của pháp luật về bảo vệ môi trường trong quản lý chất thải, kiểm soát chất thải, giảm thiểu khả năng phát thải. Tham gia có hiệu quả nhiều dự án Bảo vệ môi trường như dự án kiểm toán chất thải, dự án BAT/BEPPhối hợp với các tổ chức trong và ngoài nước nghiên cứu xử lý chất thải.

- Thực hiện nghĩa vụ nộp phí bảo vệ môi trường theo đúng quy định.

- Đầu tư, cải tạo cảnh quan nhà xưởng sạch đẹp, trồng cây xanh, phục hồi môi trường. Xây dựng mô hình Nhà máy- Công viên đạt kết quả. Đang triển khai mục tiêu xây dựng hệ thống quản lý chất lượng ISO 14000.

Luận án đã tiến hành đo đạc, khảo sát nồng độ phát thải KNK dựa trên lượng nhiên liệu tiêu thụ để thu thập nguồn dữ liệu, số liệu để tính toán hệ số phát thải tại nhà máy là: Nhà máy cốc hóa, Nhà máy Luyện gang, Nhà máy Luyện thép thuộc Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên. Quá trình lấy mẫu được thực hiện trong hai giai đoạn. Một lần vào đầu năm 2019 và một lần vào tháng 3 năm 2023. Bên cạnh đó, Luận án cũng đã thu thập các số liệu về sản xuất của nhà máy để phục vụ nghiên cứu xác định hệ số phát thải khí nhà kính. Việc lựa chọn địa điểm có liên quan trực tiếp đến mức độ đầy đủ của số liệu để phục vụ tính toán hệ số phát thải từ các số liệu về sản lượng nguyên liệu đầu vào, số liệu về nồng độ chất ô nhiễm và số liệu liên quan đến tình hình sử dụng nhiên liệu. Dây chuyền sản xuất thép của Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên là công nghệ hỗn hợp giữa công nghệ BOF và EAF, bằng việc kết hợp phương pháp quan trắc để xác định HSPT KNK từ đốt nhiên liệu và áp dụng HSPT của IPCC luận án sẽ tiến hành xây dựng kịch bản giảm phát thải cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam. Dưới đây là miêu tả chi tiết cho từng địa điểm nhà máy mà Luận án đã tiến hành nghiên cứu khảo sát

Đối với công tác chấp hành bảo vệ môi trường:

- Thực hiện nghiêm túc các nội dung theo quy định về bảo vệ môi trường, báo cáo ĐTM, đề án bảo vệ môi trường, khai thác nước, xả nước thải vào nguồn nước, sổ chủ nguồn thải chất thải nguy hại.

- Thực hiện lập Báo cáo đánh giá tác động môi trường, cam kết bảo vệ môi trường và đề án bảo vệ môi trường tại các đơn vị theo đúng quy định.

- Thực hiện chương trình quan trắc, giám sát môi trường. Kết quả quan trắc môi trường đạt QCVN.

- Thực hiện công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cho đội ngũ

CBCNV về môi trường. Phát huy vai trò của người lao động cùng tổ chức công đoàn trong việc áp dụng công nghệ sạch và giữ gìn vệ sinh môi trường lao động. Tham gia hưởng ứng Tháng môi trường, Ngày môi trường Thế giới ; Chiến dịch làm cho Thế giới sạch hơn....

- Tiếp tục duy trì vận hành tốt tổ chức bộ máy thực hiện công tác quản lý bảo vệ môi trường từ công ty đến các đơn vị thành viên.

- Thực hiện nghĩa vụ nộp phí bảo vệ môi trường theo đúng quy định.

- Đầu tư, cải tạo cảnh quan nhà xưởng sạch đẹp, trồng cây xanh, phục hồi môi trường. Xây dựng mô hình Nhà máy- Công viên đạt kết quả. Đang triển khai mục tiêu xây dựng hệ thống quản lý chất lượng ISO 14000.

- Cán bộ chuyên trách về môi trường: Các đơn vị thành viên bố trí 1-2 cán bộ chuyên trách về môi trường an toàn. Tổng cán bộ chuyên trách là 24 người, với trình độ Kỹ sư.

- Nguồn lực đầu tư cho công tác bảo vệ môi trường: Hàng năm Công ty đều xây dựng chi phí cho công tác vệ sinh công nghiệp và bảo vệ môi trường.

- Chính sách môi trường nội bộ: Căn cứ Luật Bảo vệ Môi trường số: 55/2014/QH13, ngày 23/6/2014 của Quốc hội nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, các Nghị định, Thông tư hướng dẫn dưới luật.v.v... Công ty đã xây dựng và ban hành Quy chế quản lý công tác AT-VSLĐ và BVMT.

- Kế hoạch phòng ngừa, ứng phó sự cố môi trường: Các đơn vị thành viên của công ty đã xây dựng phương án Ứng phó, khắc phục sự cố môi trường

a. Nhà máy Cốc hóa

- Nguyên liệu: Than mỡ

- Sản phẩm: Than cốc luyện kim, dầu cốc và khí than

- Nhiên liệu: Điện năng

- Mô tả quy trình công nghệ

Than mỡ được tập kết từ các mỏ than trong và ngoài nước về bãi than sau đó được xe ủi đẩy xuống hầm than (gồm 12 boong ke). Từ hầm than, than đơn

được hệ thống băng tải vận chuyển sang kho trộn, ở đây các loại than khác nhau được trộn theo đúng tỉ lệ quy định. Than phối liệu tiếp tục được băng tải chuyển sang máy nghiền kỹ. Tại đây than phối liệu được máy nghiền kỹ đến cỡ hạt $0 \div 3$ mm ($80 \div 83\%$) sau đó được băng tải đưa lên tháp than, từ đây than phối liệu được công nhân xe rót lấy than vào 3 phễu và được nạp vào lò cốc tại 3 lỗ nạp than của buồng than hóa. Khi khối than được nạp vào buồng than hóa, được gia nhiệt gián tiếp trong buồng kín không có không khí tham gia, dưới tác dụng nhiệt độ buồng đốt hai bên với thời gian gia nhiệt (chu kỳ kết cốc hiện tại) là 17h08' (chu kỳ này thay đổi theo kế hoạch sản xuất), ở cuối chu kỳ kết cốc nhiệt độ ở tâm bánh cốc đạt $950 \div 1050^{\circ}\text{C}$. Khi đó cốc sẽ được xe tổng qua xe chặn cốc xuống xe đập cốc và được xe đập đưa vào tháp đập. Tại tháp đập cốc được đập tắt bằng nước, sau đó đổ xuống bên cốc để tiếp tục làm nguội. Khi cốc nguội người ta vận chuyển cốc theo băng tải lên lầu sàng qua hệ thống sàng 15x15 mm, 25x25 mm, 60x60 mm để phân loại rồi đưa xuống các kho cốc luyện kim, sau đó được cung cấp cho khách hàng. Trong quá trình luyện cốc phần khí lò cốc sinh ra có nhiệt độ $750 \div 850^{\circ}\text{C}$ qua ống thượng thăng đến qua ống cong, ống cầu, tại đây khí cốc thuận được nước NH_3 có nhiệt độ $70 \div 80^{\circ}\text{C}$ làm mát xuống nhiệt độ $80 \div 100^{\circ}\text{C}$ tại ống tập khí, sau đó khí được đi vào bộ phận thu hồi sản phẩm hóa. Tại đây khí cốc thuận đi qua thiết bị phân ly, thiết bị làm lạnh, được quạt gió hút tách làm 2 phần lỏng (nước NH_3 , dầu cốc thô, bã dầu cốc) và phần khí (khí cốc nghịch). Phần khí được quay trở lại lò cốc làm chất đốt và cung cấp cho các hộ tiêu thụ. Phần lỏng (dầu cốc) được đưa đi tách nước, sau đó xuất sang Nhà máy cán thép Lưu Xá [12].

Để giảm phát thải khí nhà kính, ứng phó với biến đổi khí hậu trong giai đoạn này, Nhà máy Cốc Hóa đã thực hiện các biện pháp:

- + Hàng năm Nhà máy trồng mới nhiều cây xanh, cây cảnh và chăm sóc, bảo vệ hệ thống cây xanh đã có nhằm cải thiện không khí trong lành và môi trường làm việc.

- + Thường xuyên bảo dưỡng, nâng cấp hệ thống xử lý khí, nước thải để luôn

luôn đảm bảo lượng khí, nước thải ra môi trường đạt yêu cầu.

+Tăng cường công tác quản lý trong công tác BVMT, từ năm 2018 phân công riêng 1 cán bộ chuyên trách về công tác BVMT [12]...

b. Nhà máy Luyện gang

- Nguyên liệu: Quặng sắt
- Sản phẩm: Gang lỏng
- Nhiên liệu: Than cốc
- Mô tả quy trình công nghệ

Nhà máy luyện gang bao gồm dây chuyền thiêu kết và luyện gang lò cao. Dây chuyền thiêu kết có 4 công đoạn riêng biệt: (1) Công đoạn nghiền nguyên nhiên liệu: Nghiền đá vôi và than đến cỡ hạt yêu cầu; (2) Công đoạn pha và trộn nguyên nhiên liệu: Pha chế, tăng độ ẩm và trộn đều nguyên - nhiên liệu; (3) Công đoạn thiêu kết và thành phẩm: Thiêu kết nguyên - nhiên liệu; (4) Công đoạn lọc bụi tĩnh điện: Thu hồi, xử lý khí thải ở các khu vực [12].

Dây chuyền luyện gang lò cao:

Nguyên nhiên liệu tổng hợp được cấp lên Bunke của lò cao và nạp vào lò theo các tỷ lệ định trước bằng các thiết bị chuyên dụng. Tại đây gió nóng có nhiệt độ $\geq 900^{\circ}\text{C}$ được cấp qua các mắt gió bên hông lò nâng nhiệt độ của hỗn hợp nguyên liệu cháy và nóng chảy. Các quá trình cơ bản trong lò khi nấu luyện là cháy của than cốc, tạo khí hoàn nguyên, hoàn nguyên các nguyên tố sắt, silic, mangan, tạo xỉ và hình thành gang lỏng và hòa tan carbon vào nước gang [12].

Xỉ lò cao được tháo qua cửa lỗ xỉ ra ngoài, xỉ làm lạnh trực tiếp bởi nước (tạo thành xỉ hạt) hoặc nguội từ từ tạo thành xỉ khô. Gang được tháo qua cửa lỗ gang rồi chảy vào thùng chứa nước gang lỏng sau đó chuyển thẳng đến Nhà máy luyện thép để nấu Luyện thép hoặc vận chuyển ra dây chuyền đúc liên tục tạo gang thổi [12].

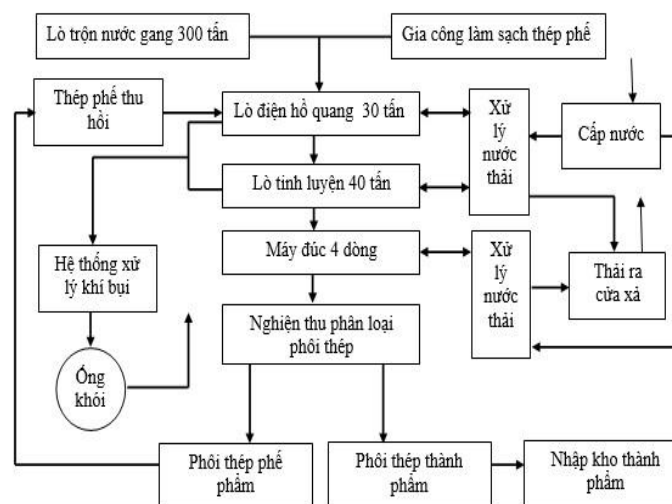
Khí than ra khỏi lò cao có hàm lượng CO và bụi khá cao với nhiệt trị đáng kể được dẫn sang tháp lọc bụi trọng lực, lọc bụi nước, lọc bụi điện trở thành khí

than sạch, rồi đưa quay trở lại hệ thống đốt gió nóng, nồi hơi và đốt lò khí khói. Khí thải được xả ra ngoài theo ống khói [12].

c. Nhà máy Luyện thép

- Nguyên liệu: Thép phế, gang lỏng
- Sản phẩm: Phôi thép cán
- Nhiên liệu: Dầu DO, than các loại
- Mô tả quy trình công nghệ:

Thép phế loại bỏ tạp chất và gang lỏng (hoặc gang rắn) được phối trộn và lần lượt đưa vào lò điện hồ quang 30 tấn, lò tinh luyện 40 tấn rồi rót vào các khuôn của máy đúc tạo thành phôi đúc.



Hình 3.7. Sơ đồ công nghệ sản xuất của Nhà máy

(Nguồn: [12])

3.1.4. Xác định nguồn điểm phát thải

Với công nghệ sản xuất như kể trên, Công ty CP Gang Thép Thái Nguyên có các nguồn điểm phát thải KNK chính yếu là tại nhà máy cốc hóa, nhà máy luyện gang, nhà máy luyện thép và nhà máy cán thép.

Bảng 3.6. Các nguồn phát thải khí nhà kính

TT	Đơn vị	Nguồn phát sinh
1	Nhà máy Cốc hóa	Dập cốc
2	Nhà máy Luyện gang	Lò cao

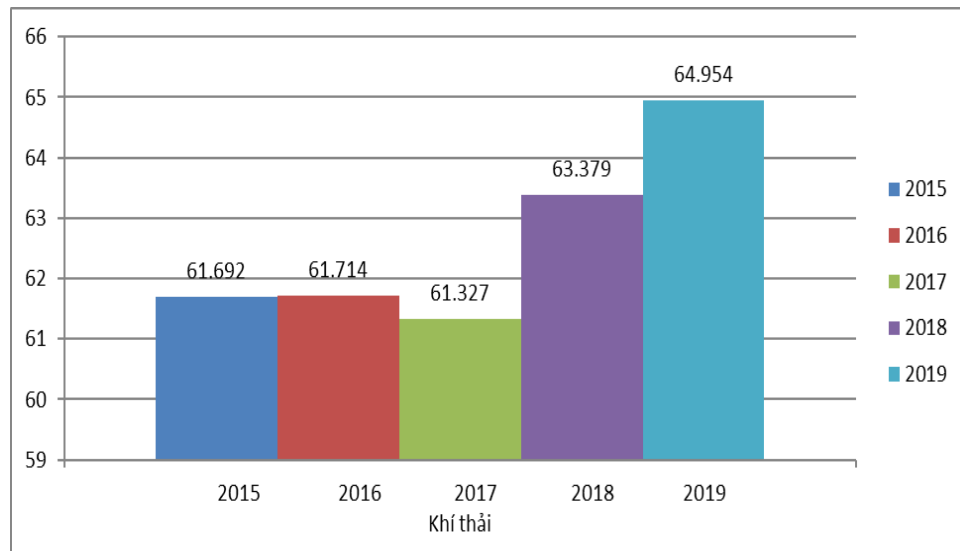
		Thieu kết
3	Nhà máy Luyện thép và cán thép	Lọc bụi số 1
		Lọc bụi số 2

Nguồn khí thải tại các vị trí đều được thu gom và xử lý. Khí thải tại mỗi Nhà máy được dẫn ra ống khói tập trung trước khi thải ra môi trường.

a. Nhà máy Cốc hoá

- Nguồn khí thải phát sinh từ quá trình gia nhiệt lò luyện cốc (chủ yếu là hơi nước và CO₂) được hút qua các kênh khói, sau đó lên ống khói cao 96m của Nhà máy và thải ra môi trường.

Đơn vị tính: Triệu m³/năm



Hình 3.8. Lượng khí thải của Nhà máy giai đoạn 2015-2019

(Nguồn: [12])

- Nguồn khí thải được sinh ra từ quá trình đập cốc được quạt hút vào thiết bị tháp rửa khí để làm sạch bụi than và ngưng tụ một phần hơi nước. Trong tháp hấp thụ, các thành phần hóa học độc hại có trong khí thải sẽ được hấp thụ bởi dung dịch hấp thụ, đồng thời hơi nước tiếp tục được ngưng tụ. Khí thải sau khi xử lý qua ống khói trên đỉnh tháp hấp thụ thải ra môi trường.

b. Nhà máy Luyện gang

- Khí than của lò cao sinh ra trong quá trình nấu có nhiệt độ: 150-350°C; Hàm lượng CO đạt 27-31%; Hàm lượng CO₂ đạt 37-41%; Còn lại là NO_x, SO₂, khí trơ và các loại khí khác. Tổng lưu lượng khí ra khoảng 39m³/s được đưa qua

bộ lọc bụi trọng lực (dạng cyclone) để lắng sơ bộ các hạt bụi kích thước lớn sau đó qua hệ thống đập bụi ướt và lọc tĩnh điện để thu hồi toàn bộ lượng bụi;

- Khí được đưa qua bộ lọc bụi để lắng sơ bộ các hạt bụi kích thước lớn sau đó qua hệ thống đập bụi ướt và lọc tĩnh điện để thu hồi toàn bộ lượng bụi cho dây chuyền thiêu kết. Khí than được làm sạch trước khi đưa đi sử dụng cho các lò gió nóng, lò hơi, xấy thùng, lò khí khối, sản xuất thiêu kết, cấp sang Nhà máy Luyện thép. Khối, bụi từ hệ thống thiêu kết được xử lý thu hồi bụi trước khi xả ra môi trường.

c. Nhà máy Luyện thép:

- Khí bụi thải phát sinh từ các lò điện hồ quang trong quá trình luyện thép. Nhà máy có 2 dây chuyền luyện thép số 1 và số 2, tương ứng với 2 hệ thống xử lý khí thải và đường ống khí thải ra ngoài môi trường.

Bảng 3.7. Khí bụi thải phát sinh từ các lò điện hồ quang

Danh mục nguồn phát sinh	Công đoạn sản xuất phát sinh	Vị trí phát sinh
Khí thải	Nấu luyện thép	Lò điện EAF số 1
Khí thải	Nấu luyện thép	Lò điện SCCS số 2
Khí thải	Nấu luyện thép	Lò tinh luyện LF số 1
Khí thải	Nấu luyện thép	Lò tinh luyện LF số 2

(Nguồn: [12])

3.2. Hiện trạng các hệ thống xử lý môi trường

3.2.1. Hệ thống xử lý khí thải

a. Nguồn phát sinh

Nguồn phát sinh khí thải, bụi

- Khí thải của các phương tiện vận tải, ra vào nhà máy chứa SO₂, NO_x, CO...
- Khí thải từ lò nung phôi cán.
- Bụi sinh ra từ khu vực bốc dỡ và chuẩn bị nguyên liệu.
- Nhiệt độ cao từ công đoạn nung phôi và cán thép.

Nguồn gây ô nhiễm tiếng ồn và độ rung

- Với đặc thù của công nghệ sản xuất cán thép là sử dụng phôi nung đưa qua các giá cán để cán ra thép thành phẩm. Các quá trình này đều phát sinh nhiệt và tiếng ồn gây ảnh hưởng trực tiếp đến công nhân lao động trong nhà máy.
- Quá trình nạp liệu, cầu trục chạy trên hệ thống thanh dầm.
- Hoạt động của máy cán, máy cắt, máy hàn, sự va đập của phôi thép, phương tiện ra vào vận chuyển vật liệu và sản phẩm.

b. Biện pháp xử lý

Khí thải được thu qua chụp bụi theo đường ống vào hệ thống lọc bụi. Mỗi hệ thống này gồm 40 buồng, mỗi buồng chứa 96 túi vải (kích thước túi: D = 130mm, L = 6300 mm). Khi làm việc bụi bám bên thành ngoài túi vải và có hệ thống khí nén được sấy khô tự động rũ bụi từ trong ra. Bụi được rũ thu về khoang chứa bụi (hệ thống có 10 khoang chứa bụi), bụi được đưa về lòng máng chứa bụi, phía dưới có vít xả bụi xuống xe ô tô chuyển ra bãi thải quy định. Sau khi qua hệ thống lọc bụi khí sạch được dẫn đến ống dẫn khói (cao 23 m) ra ngoài.

Hệ thống xử lý nước thải

a. Nguồn phát sinh

Nước thải dùng làm nguội máy cán, làm nguội lò nung phôi; Nước thải từ hệ thống tuần hoàn nước; Nước thải do vệ sinh công nghiệp như lau rửa sàn, máy móc, thiết bị; Nước thải phát sinh từ khu văn phòng, nhà ăn và tại các nhà vệ sinh cho công nhân trong phân xưởng; Nước mưa chảy tràn qua khu vực nhà máy

b. Nguồn tiếp nhận nước thải

Nước thải sinh hoạt sau khi qua các bể tự hoại sẽ đổ ra cống thoát chung của khu vực sau đó chảy ra suối Cam Giá; Nước thải sản xuất sau khi qua bể lắng, một phần tái sử dụng, phần còn lại chảy vào hệ thống thoát nước khu vực Lưu xá Gang thép và đổ ra suối Cam Giá.

c. Hệ thống xử lý nước thải

Đối với nước thải sản xuất

Để xử lý nước thải phát sinh từ quá trình sản xuất, đối với nước thải sau khi làm mát các giá cán thô và lò nung, nhà máy đã xây dựng hệ thống bể lắng. Nước thải chảy qua bể lắng 1 với thể tích khoảng 300m³. Tại đây, phần lớn vảy thép sẽ được lắng trọng lực xuống đáy bể. Tiếp tục bơm sang bể lắng 2 có thể tích khoảng 200 m³ bằng đường ống có kích thước Ø400mm. Tiếp đó, nước bơm trở lại để xối vảy cán bằng hệ thống đường ống thép;

Đối với nước thải sinh hoạt

Nhà máy đã sử dụng các bể tự hoại từ các công trình vệ sinh, sau đó, sử dụng hóa chất cloramin cho chảy nhỏ giọt thường xuyên để khử các chất ô nhiễm (Coliform); Chất lượng nước xả ra ngoài môi trường đạt quy chuẩn quy định; Nhà máy đã được cấp phép xả nước thải vào nguồn nước cũng như cấp giấy phép khai thác nước dưới đất theo quy định.

Đối với nước mưa chảy tràn

Đã có hệ thống mương thu nước mưa có nắp đậy cùng các hố ga đảm bảo để lắng cặn cát. Do diện tích của nhà máy đã được bê tông hóa toàn bộ. Thêm nữa, nhà máy thường xuyên chú trọng đến công tác vệ sinh trong khu vực, hệ thống thoát nước trong khu vực Lưu xá Gang thép có các hố gas thường được nạo vét, do đó, nước mưa chảy tràn không cần qua xử lý được thải thẳng vào hệ thống thoát nước chung của khu vực và đổ ra suối Cam Giá.

3.2.2. Thu gom và xử lý chất thải rắn và chất thải nguy hại

a. Nguồn phát sinh

Nguồn gốc chất thải rắn là các tạp chất, sắt phế liệu được thải bỏ từ công đoạn xử lý và chuẩn bị nguyên liệu; Vảy sắt từ các giá cán; Bùn thải từ các bể lắng; Chất thải rắn sinh hoạt của cán bộ công nhân viên trong nhà máy; Chất thải nguy hại là dầu, mỡ thải; giẻ lau dính dầu, mỡ; vỏ hộp sơn; thùng phi đựng dầu mỡ; bóng đèn neon hỏng, vỡ...

b. Khối lượng

Chất thải rắn sản xuất

Khối lượng vảy thép cán khoảng: 2.400 tấn/năm. Hiện nay, nhà máy đã tái sử dụng hoàn toàn cho quá trình sản xuất luyện kim; Sắt phế liệu thải bỏ: không vượt quá 1% khối lượng sản phẩm thành phẩm. Tức là tối đa sẽ phát sinh khoảng 1.500 tấn/năm. Hiện nay, được tái sử dụng hoàn toàn cho quá trình sản xuất luyện kim.

Chất thải sinh hoạt

Chất thải nguy hại phát sinh trong quá trình hoạt động sản xuất của Nhà máy, lượng phát sinh thường xuyên ước tính như sau:

Trong đó: Giẻ lau máy: 7 kg/ngày; Dầu thải: 3 lit/ngày; Mỡ thải: 1 kg/ngày; Bóng đèn neon: 2 cái/tháng.

c. Công tác phân loại, thu gom, vận chuyển

Đối với chất thải rắn sản xuất

Thải bỏ đúng nơi quy định những chất thải rắn buộc phải thải bỏ đi; Tận dụng, tái sử dụng triệt để nhất những phế thải có thể sử dụng; Tận dụng các vật liệu chứa sắt thu hồi cho tái sử dụng tại chỗ bằng cách: lắng lọc qua bể nước tuần hoàn rồi định kỳ hút và nạo vét; Với sắt phế liệu bị thải bỏ được chuyển sang lò luyện thép của nhà máy Luyện Thép Thái Nguyên.

Đối với chất thải rắn sinh hoạt; Đã hợp đồng thu gom, vận chuyển với công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị và xây dựng Thái Nguyên chuyển đi xử lý; Các loại giấy, nhựa được thu gom riêng, để đúng nơi quy định và định kỳ hàng tháng bán cho đơn vị có nhu cầu thu mua; Các loại rác thải sinh hoạt còn lại được nhà máy hợp đồng với công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị và xây dựng Thái Nguyên đến vận chuyển, thu gom hàng ngày; Nhà máy duy trì tổ vệ sinh công nghiệp chuyên thu gom, quét dọn rác thải trong nhà máy.

Đối với chất thải nguy hại

Để đảm bảo những chất thải nguy hại này không phát tán ra môi trường, nhà máy đã phân loại theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6706-2000 và lập các phương án quản lý theo hướng dẫn tại nghị định số 59/NĐ-CP và đăng ký với

Sở Tài nguyên và Môi trường theo Thông tư số 12/2006/TT-BTNMT ngày 26/12/2006. Nhà máy Cán Thép Lưu Xá đã được Sở Tài Nguyên và Môi trường Tỉnh Thái Nguyên cấp sổ chủ nguồn thải chất thải nguy hại.

Đo đạc phát thải KNK trong nhà máy luyện thép

Qua phân tích sơ đồ quy trình sản xuất và công nghệ của Nhà máy Luyện thép Lưu Xá - Chi nhánh Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên, các vị trí quan trắc phát thải KNK như Bảng 3.8 sau:

Bảng 3.8. Vị trí và tần suất quan trắc khí nhà kính

TT	Vị trí	Nội dung	Tần suất
1.	Lò thiêu kết	- Khí thải; - Không khí khu vực nhà xưởng	3 lần
2.	Lò cao	- Khí thải; - Không khí khu vực nhà xưởng	3 lần
3.	Sản xuất than cốc (lò luyện cốc)	- Khí thải; - Không khí khu vực nhà xưởng	3 lần
4.	Lò hồ quang điện	- Khí thải; - Không khí khu vực nhà xưởng	3 lần
5.	Lò tinh luyện LF	- Khí thải; - Không khí khu vực nhà xưởng	3 lần
6.	Nhiên liệu chính sử dụng làm nguyên liệu đốt của nhà máy trong các quá trình sản xuất	Phân tích các mẫu nhiên liệu chính: than, dầu	3 mẫu x 3 lần phân tích

3.3. Kết quả đo đạc

3.3.1. Lò luyện cốc

Bảng 3.9. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò cốc hóa năm 2023

Thời gian	CO (mg/Nm ³)		Flow (m ³ /h)		NOx (mg/Nm ³)		O ₂ (%V)		SO ₂ (mg/Nm ³)		CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giá trị đo	Giá trị đo
01/03/2023	241,45	800	37783,19	-	119,62	680	15,85	25	352,81	400	892,00	0,20	0,17
02/03/2023	246,55	800	16207,84	-	117,12	680	15,73	25	349,86	400	1.016,00	0,24	0,19
03/03/2023	243,07	800	12727,27	-	122,36	680	15,90	25	338,64	400	1.140,00	0,27	0,20
04/03/2023	242,45	800	35921,68	-	122,61	680	16,07	25	324,58	400	1.264,00	0,31	0,22
05/03/2023	238,17	800	25297,48	-	121,90	680	15,81	25	332,15	400	1.315,50	0,34	0,22
06/03/2023	274,92	800	21796,66	-	123,11	680	15,72	25	344,26	400	1367,00	0,38	0,23
07/03/2023	243,24	800	15904,30	-	121,80	680	15,80	25	326,60	400	1.418,50	0,42	0,23
08/03/2023	236,22	800	41955,26	-	110,76	680	15,86	25	318,79	400	1.470,00	0,45	0,23
09/03/2023	231,59	800	17442,33	-	119,89	680	15,69	25	327,35	400	1.363,25	0,39	0,21
10/03/2023	277,20	800	17188,90	-	122,27	680	15,47	25	350,04	400	1.256,50	0,33	0,20
11/03/2023	255,10	800	33487,89	-	122,30	680	15,52	25	349,38	400	1.149,75	0,27	0,18
12/03/2023	252,01	800	19436,68	-	131,69	680	15,74	25	337,94	400	1.043,00	0,20	0,17
13/03/2023	269,79	800	43744,00	-	132,87	680	15,78	25	361,08	400	1.129,33	0,21	0,18
14/03/2023	287,23	800	18196,15	-	128,06	680	15,35	25	375,70	400	1.215,67	0,21	0,20
15/03/2023	357,31	800	30298,81	-	121,54	680	15,05	25	365,39	400	1.302,00	0,21	0,21

Nguồn: NCS thực hiện tại địa bàn khảo sát; Tọa độ: X= 2.385.480,99/ Y=434.278,35

Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò cốc hóa từ ngày 01 – 15 tháng 03 năm 2023 có kết quả như sau (Bảng 3.9):

- Lưu lượng khí thải có giá trị dao động từ 1.272,7 – 4.374,4 m³/h, trung bình là 2.582,6 m³/h.
- Nồng độ khí CO₂ có giá trị dao động từ 892 – 1470 mg/Nm³, trung bình là 1223 mg/Nm³.
- Nồng độ khí CH₄ có giá trị dao động từ 0,20 – 0,45 mg/Nm³, trung bình là 0,30 mg/Nm³.
- Nồng độ khí N₂O có giá trị dao động từ 0,17 – 0,23 mg/Nm³, trung bình là 0,20 mg/Nm³.

3.3.2. Lò luyện gang

Bảng 3.10. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện gang

Thời gian	CO (mg/Nm ³)		Flow (m ³ /h)		NOx (mg/Nm ³)		O ₂ (%V)		SO ₂ (mg/Nm ³)		CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giá trị đo	Giá trị đo
01/03/2023	515,34	800	46.881,96	-	44,29	680	8,01	25	4,91	400	1.520,00	0,51	0,30
02/03/2023	339,50	800	49.138,06	-	42,73	680	8,29	25	5,24	400	1.856,00	0,63	0,30
03/03/2023	403,18	800	50.599,93	-	48,17	680	7,54	25	5,05	400	2.192,00	0,74	0,29
04/03/2023	482,00	800	64.284,62	-	36,29	680	11,48	25	4,85	400	2.528,00	0,85	0,29
05/03/2023	262,22	800	56.051,71	-	38,80	680	9,93	25	5,08	400	2.612,00	0,94	0,29
06/03/2023	392,69	800	60.469,02	-	35,24	680	10,18	25	5,41	400	2.696,00	1,04	0,28
07/03/2023	482,81	800	52.447,83	-	36,16	680	9,18	25	5,21	400	2.780,00	1,13	0,28
08/03/2023	273,56	800	49.421,04	-	38,52	680	9,32	25	5,44	400	2.864,00	1,22	0,28
09/03/2023	407,90	800	53.214,41	-	38,43	680	9,01	25	8,59	400	2.669,50	1,08	0,28
10/03/2023	420,33	800	48.299,63	-	38,34	680	8,06	25	5,55	400	2.475,00	0,95	0,28
11/03/2023	462,30	800	67.208,06	-	49,17	680	4,11	25	7,63	400	2.280,50	0,81	0,29
12/03/2023	642,90	800	58.133,99	-	46,41	680	6,70	25	7,97	400	2.086,00	0,67	0,29
13/03/2023	599,39	800	57.555,58	-	40,56	680	6,66	25	5,87	400	2.297,33	0,70	0,29
14/03/2023	501,89	800	52.627,16	-	51,91	680	6,86	25	10,20	400	2.508,67	0,72	0,30
15/03/2023	528,51	800	66.673,61	-	59,11	680	6,48	25	6,61	400	2.720,00	0,74	0,30

Nguồn: NCS thực hiện tại địa bàn khảo sát; Tọa độ: X= 2.385.256/ Y= 434.526

Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện gang từ ngày 01 – 15 tháng 03 năm 2023 (Bảng 3.10) có kết quả như sau:

- Lưu lượng khí thải có giá trị dao động từ 46.882 – 67.208 m³/h, trung bình là 55.534 m³/h.

- Nồng độ khí CO₂ có giá trị dao động từ 1.520 – 2.864 mg/Nm³, trung bình là 2.406 mg/Nm³.

- Nồng độ khí CH₄ có giá trị dao động từ 0,51 – 1,22 mg/Nm³, trung bình là 0,85 mg/Nm³.

- Nồng độ khí N₂O có giá trị dao động từ 0,28 – 0,30 mg/Nm³, trung bình là 0,29 mg/Nm³.

3.3.3. Lò luyện thép

Bảng 3.11. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 1

Thời gian	CO (mg/Nm ³)		Flow (m ³ /h)		NOx (mg/Nm ³)		O ₂ (%V)		SO ₂ (mg/Nm ³)		CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giá trị đo	Giá trị đo
01/03/2023	54,47	800	153.579,86	-	1,93	680	5,57	25	2,68	400	76,00	0,03	0,02
02/03/2023	45,02	800	146.314,34	-	2,09	680	5,59	25	2,85	400	92,80	0,03	0,01
03/03/2023	60,78	800	158.683,73	-	2,17	680	5,58	25	2,09	400	109,60	0,04	0,01
04/03/2023	49,41	800	149.748,38	-	2,15	680	5,60	25	2,99	400	126,40	0,04	0,01
05/03/2023	60,07	800	150.137,24	-	2,30	680	5,58	25	3,35	400	130,60	0,05	0,01
06/03/2023	47,65	800	149.270,87	-	2,42	680	5,57	25	3,93	400	134,80	0,05	0,01
07/03/2023	56,51	800	154.125,98	-	2,27	680	5,55	25	3,46	400	139,00	0,06	0,01
08/03/2023	55,07	800	153.605,59	-	2,23	680	5,54	25	3,02	400	143,20	0,06	0,01
09/03/2023	61,34	800	158.223,39	-	2,45	680	5,56	25	3,83	400	133,48	0,05	0,01
10/03/2023	63,80	800	172.974,60	-	2,41	680	5,53	25	3,41	400	123,75	0,05	0,01
11/03/2023	75,43	800	161.485,87	-	2,61	680	5,53	25	3,98	400	114,03	0,04	0,01
12/03/2023	60,94	800	175.839,64	-	2,62	680	5,53	25	3,32	400	104,30	0,03	0,01
13/03/2023	70,85	800	168.511,21	-	2,58	680	5,55	25	3,29	400	114,87	0,03	0,01
14/03/2023	49,85	800	132.206,47	-	2,51	680	5,55	25	5,40	400	125,43	0,04	0,01
15/03/2023	0,08	800	71.568,17	-	2,50	680	5,51	25	7,40	400	136,00	0,04	0,02

Nguồn: NCS thực hiện tại địa bàn khảo sát; Tọa độ: X=2.384.882,19/ Y=434.395,44

Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 1 từ ngày 01 – 15 tháng 03 năm 2023 (Bảng 3.11) có kết quả như sau:

- Lưu lượng khí thải có giá trị dao động từ 71.568 – 172.975 m³/h, trung bình là 150.418 m³/h.

- Nồng độ khí CO₂ có giá trị dao động từ 76 – 143 mg/Nm³, trung bình là 120 mg/Nm³.

- Nồng độ khí CH₄ có giá trị dao động từ 0,3 – 0,6 mg/Nm³, trung bình là 0,4 mg/Nm³.

- Nồng độ khí N₂O có giá trị dao động từ 0,1 – 0,2 mg/Nm³, trung bình là 0,11 mg/Nm³.

Bảng 3.12. Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 2

Thời gian	CO (mg/Nm ³)		Flow (m ³ /h)		NOx (mg/Nm ³)		O ₂ (%V)		SO ₂ (mg/Nm ³)		CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giới hạn chuẩn	Giá trị đo	Giá trị đo	Giá trị đo
01/03/2023	60,40	800	90.620,06	-	3,48	680	5,60	25	2,88	400	110,40	0,04	0,02
02/03/2023	49,32	800	80.310,11	-	3,47	680	5,60	25	2,85	400	115,73	0,04	0,02
03/03/2023	63,79	800	140.575,63	-	3,49	680	5,59	25	2,87	400	121,07	0,04	0,02
04/03/2023	57,34	800	109.700,54	-	3,59	680	5,59	25	3,84	400	126,40	0,04	0,02
05/03/2023	66,17	800	106.778,83	-	3,63	680	5,57	25	2,18	400	130,05	0,04	0,02
06/03/2023	60,51	800	107.158,39	-	3,56	680	5,56	25	2,26	400	133,70	0,05	0,02
07/03/2023	55,43	800	106.385,60	-	3,64	680	5,55	25	2,82	400	137,35	0,05	0,02
08/03/2023	66,62	800	108.526,58	-	3,71	680	5,55	25	2,84	400	141,00	0,05	0,02
09/03/2023	69,93	800	134.692,23	-	3,73	680	5,54	25	2,54	400	131,83	0,05	0,02
10/03/2023	66,04	800	126.995,83	-	3,71	680	5,52	25	2,91	400	122,65	0,04	0,02
11/03/2023	82,46	800	102.110,96	-	3,68	680	5,54	25	2,43	400	113,48	0,04	0,02
12/03/2023	82,28	800	105.324,12	-	3,68	680	5,55	25	2,48	400	104,30	0,04	0,02
13/03/2023	69,97	800	103.072,92	-	3,69	680	5,54	25	2,70	400	114,87	0,04	0,02
14/03/2023	0,00	800	9.217,85	-	3,68	680	5,59	25	1,25	400	125,43	0,04	0,02
15/03/2023	0,00	800	3.779,32	-	3,63	680	5,60	25	1,25	400	136,00	0,04	0,02

Nguồn: NCS thực hiện tại địa bàn khảo sát; Tọa độ: X=2.384.908,68/ Y=434.415,44

Kết quả đo quan trắc tại ống khói lò luyện thép số 2 từ ngày 01 – 15 tháng 03 năm 2023 (Bảng 3.12) có kết quả như sau:

- Lưu lượng khí thải có giá trị dao động từ 3.779 – 134.692 m³/h, trung bình là 95.683 m³/h.

- Nồng độ khí CO₂ có giá trị dao động từ 110 – 141 mg/Nm³, trung bình là 124 mg/Nm³.

- Nồng độ khí CH₄ có giá trị dao động từ 0,04 – 0,05 mg/Nm³, trung bình là 0,041 mg/Nm³.

- Nồng độ khí N₂O có giá trị dao động từ 0,02 – 0,03 mg/Nm³, trung bình là 0,02 mg/Nm³.

Các kết quả đo đều cho giá trị nằm trong giới hạn chuẩn, là giới hạn nồng độ tối đa cho phép trong khí thải công nghiệp theo tiêu chuẩn A1 của QCVN 51:2017-BTNMT về Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp sản xuất thép.

3.4. Xác định hệ số phát thải cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam

Luận án xác định hệ số phát thải cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam theo phương pháp đo đặc nồng độ phát thải KNK và ước tính theo tiêu thụ nhiên liệu. Quá trình đo đặc nồng độ phát thải KNK được thực hiện cho công nghệ kết hợp giữa lò cao và lò điện hồ quang tại Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.

3.4.1. Xác định nồng độ phát thải khí nhà kính

Nồng độ phát thải KNK được đo tại các ống khói từ lò sản xuất của nhà máy luyện cốc, luyện gang, luyện thép. Kết quả chỉ ra rằng CO₂, CO là khí phát thải chiếm tỉ trọng chính so với CH₄, N₂O, NO₂ và SO₂. Kết quả đo đặc của Luận án phù hợp với thực tiễn và các nghiên cứu liên quan khác. Cụ thể là, lò luyện thép là những nguồn tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch lớn nhất trong quá trình sản xuất thép theo công nghệ kết hợp lò cao và lò điện hồ quang. Các kết quả tính toán phát thải KNK từ quá trình sản xuất thép trong Thông báo quốc gia lần

thứ ba của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu [3], Báo cáo hai năm một lần thứ 3 [7], Dự án chuẩn bị sẵn sàng tham gia thị trường carbon – PMR (Bộ TN&MT, 2021) hoặc Đề tài về “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim” cũng chỉ ra rằng CO₂ là khí phát thải chính trong quá trình sản xuất thép. Thông thường, phát thải KNK được báo cáo theo đơn vị tương đương carbon dioxit (CO₂td). Do vậy, luận án sẽ chuyển đổi sang CO₂td bằng cách nhân với tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP) của từng loại khí nhà kính.

Số liệu về sản lượng các sản phẩm, thông số sản xuất của các nhà máy được khảo sát và thu thập trong Bảng 3.13 dưới đây.

Căn cứ số liệu quan trắc nồng độ khí thải tại các điểm đo kiểm của nhà máy luyện cốc, nhà máy luyện gang, nhà máy luyện thép của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên và hiệu suất xử lý khí thải, tính toán lưu lượng và nồng độ phát thải trung bình khi thực hiện các biện pháp xử lý khí thải và khi chưa thực hiện các biện pháp xử lý khí thải của các nhà máy. Theo đó, Bảng 3.15 là kết quả nồng độ và lưu lượng khí thải chưa được xử lý (được tính theo Hiệu suất xử lý khí thải trong Bảng 3.13). Có thể nhận thấy, trong ba loại khí nhà kính chính (CO₂, CH₄ và N₂O) thì CO₂ chiếm tỉ trọng chính. Kết quả này là phù hợp với quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch.

Bảng 3.13. Thông số sản xuất của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Nhà máy/lò	Nhà máy luyện cốc	Nhà máy luyện gang	Nhà máy luyện thép
Công suất mỗi nhà máy/lò (tấn/năm)	125.000	Lò cao số 2 = 124.830 Lò cao số 3 = 100.375	450.000

Nhà máy/lò	Nhà máy luyện cốc	Nhà máy luyện gang	Nhà máy luyện thép
Khối lượng nhiên liệu (than) tiêu thụ trong 01 mẻ (tấn)	7,37	0,63	0,4
Số mẻ trong một ngày (số mẻ/ngày)	30	15	43
Số giờ hoạt động trong 01 mẻ (giờ/mẻ)	15 mẻ: 1h 15 mẻ: 1,25h	1,15	1,12
Số ngày hoạt động trong năm (ngày/năm)	365	365	336
Loại công nghệ xử lý khí thải	Hệ thống tháp rửa khí HKT-RK9; tháp hấp thụ khí: HKT-HT9	Lọc bụi túi vải	Lọc bụi túi vải
Các thông số được xử lý	CO, CO ₂ , SO ₂ , bụi		Đạt QCVN 51:2017/BTNMT (A ₁)
Hiệu suất xử lý khí thải (%)	98%	98%	≥ 95%

Bảng 3.14. Kết quả tính toán lưu lượng và nồng độ khí thải trung bình đã xử lý tại các nhà máy của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Nhà máy		Lưu lượng (m ³ /h)	CO (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
Nhà máy luyện cốc		25.825,90	259,75	122,53	343,64	1.222,83	0,29	0,20
Nhà máy luyện gang		55.533,77	447,63	42,94	6,24	2.405,67	0,85	0,29
Nhà máy luyện thép	Lò luyện thép 1	150.418,35	54,08	2,35	3,67	120,28	0,04	0,01
	Lò luyện thép 2	95.683,26	56,68	3,62	2,54	124,28	0,04	0,02
QCVN19:2009 (cột B)		-	1.000	850	500			

Bảng 3.15. Kết quả tính toán lưu lượng và nồng độ khí thải trung bình chưa xử lý tại các nhà máy của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Nhà máy		Lưu lượng (m ³ /h)	CO (mg/Nm ³)	NO _x (mg/Nm ³)	SO ₂ (mg/Nm ³)	CO ₂ (mg/Nm ³)	CH ₄ (mg/Nm ³)	N ₂ O (mg/Nm ³)
Nhà máy luyện cốc		1.291.294,80	12.987,67	6.126,33	17.181,90	61.142	15	10
Nhà máy luyện gang		2.776.688,70	22.381,73	2.147,10	312,03	120.283	42	14
Nhà máy luyện thép	3.008.367,09	1.081,69	46,97	73,34	3,67	6.014	2,12	0,72
	1.913.665,28	1.133,66	72,48	50,80	2,54	6.214	2,10	0,92
QCVN19:2009 (cột B)		-	1.000	850	500			

3.4.2. Tính toán hệ số phát thải Khí nhà kính cho công nghệ BOF

KNK phát sinh từ công nghệ sản xuất thép BOF theo hai nguồn (i) Đốt nhiên liệu và (ii) Phi năng lượng [62]. Do đó, để xác định được hệ số phát thải KNK chung cho công nghệ BOF, luận án sẽ xác định HSPT cho quá trình đốt nhiên liệu, từ đó tính được lượng phát thải KNK từ đốt nhiên liệu. Cùng với HSPT phi năng lượng cho công nghệ BOF, luận án cũng sẽ tính được lượng phát thải KNK phi năng lượng. Từ đó tính được HSPT chung cho công nghệ BOF theo sản lượng. Các số liệu về sản lượng và tiêu thụ nhiên liệu thu thập được từ Công ty CP Gang thép Thái Nguyên được trình bày chi tiết trong Phụ lục 2.

a. Phát thải KNK từ đốt nhiên liệu:

Công ty CP Gang thép Thái Nguyên được lựa chọn làm trường hợp nghiên cứu thí điểm cho việc xác định hệ số phát thải KNK từ công nghệ hỗn hợp gồm cả lò cao - lò thổi (BOF) và lò điện hồ quang (EAF). Phát thải KNK từ quá trình sản xuất đốt nhiên liệu hóa thạch. Số liệu về sản lượng các sản phẩm, thông số sản xuất của các nhà máy được khảo sát và thu thập.

Căn cứ theo tính sẵn có của số liệu thu thập được từ các nhà máy của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên, luận án áp dụng công thức (1) và có kết quả tính toán hệ số phát thải thực nghiệm từ nồng độ các chất ô nhiễm khi chưa xử lý như sau:

Bảng 3.16. Kết quả tính toán hệ số phát thải KNK thực nghiệm tại Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Quá trình	CO ₂ (tấn/tấn sp)	CH ₄ (tấn/tấn sp)	N ₂ O (tấn/tấn sp)	CO _{2td} (tấn/tấn sp)
Luyện cốc	0,59	0,00014	0,0001	0,62
Luyện gang	0,28	0,0001	0,00003	0,29
Luyện thép	0,084	0,00008	0,00003	0,10
Tổng				1,01

Bảng 3.16 thể hiện hệ số phát thải KNK từ đốt nhiên liệu của các quá trình luyện cốc, luyện gang trong quá trình sản xuất thép bằng công nghệ lò BOF và luyện thép bằng công nghệ EAF. Có thể nhận thấy, trong ba loại KNK CO₂, CH₄ và N₂O thì phát thải CO₂ chiếm tỉ lệ chính với từ hơn 84 – 96,5%. Trong ba quá trình luyện cốc, luyện gang và luyện thép thì phát thải KNK từ quá trình luyện cốc chiếm tỉ lệ lớn nhất với 61,4%. Phát thải KNK từ luyện gang lớn thứ hai với 28,7%. Phát thải KNK từ luyện thép là nhỏ nhất với khoảng 9,9%. Hệ số phát thải KNK từ đốt nhiên liệu trong quá trình sản xuất thép bằng công nghệ lò BOF là tổng của cả hai quá trình luyện cốc, luyện gang. Trong khi đó hệ số phát thải từ quá trình phi năng lượng theo công nghệ EAF là hệ số phát thải từ lò luyện thép. Do đó, hệ số phát thải KNK từ đốt nhiên liệu của quá trình luyện cốc, luyện gang sẽ được sử dụng để tính toán HSPT chung cho công nghệ BOF. Hệ số phát thải từ quá trình phi năng lượng theo công nghệ EAF sẽ được sử dụng để tính toán HSPT chung cho công nghệ EAF.

Áp dụng hệ số phát thải KNK của hai quá trình luyện cốc, luyện gang đã xác định được trong Bảng 3.16, từ đó tính được lượng phát thải KNK từ đốt nhiên liệu tại Bảng 3.17.

Bảng 3.17. Phát thải KNK từ đốt nhiên liệu tại Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Năm		2015	2016	2017	2018	2019
Luyện cốc	Sản lượng (tấn)	135.709	127.610	124.505	130.867	133.881
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ tđ)	84.111	79.092	77.167	81.110	82.978
Luyện gang	Sản lượng (tấn)	188.535	199.413	168.125	199.834	170.667
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ tđ)	55.229	58.416	49.250	58.539	49.995
Tổng	Phát thải KNK (tấn CO ₂ tđ)	139.341	137.508	126.418	139.650	132.973

Kết quả phát thải KNK từ đốt nhiên liệu trong Bảng 3.12 cho thấy xu thế phát thải tăng giảm không đều với hơn 139 ngàn tCO₂tđ vào năm 2015 và hơn 132 ngàn tCO₂tđ vào năm 2019. Lượng phát thải giảm từ 2015 đến 2017 sau đó tăng vào năm 2018 và giảm vào năm 2019. Điều này là do sản lượng sản phẩm cốc và gang giữa các năm có sự tăng giảm không đều. Trong hai nguồn phát thải KNK, phát thải từ luyện cốc chiếm tỉ trọng lớn hơn với khoảng từ 62%; phát thải phát thải từ luyện gang chiếm tỉ trọng nhỏ hơn với khoảng 38%.

b. Phát thải KNK từ quá trình phi năng lượng

Các nghiên cứu liên quan ở Việt Nam như Thông báo quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu [3] và NDC của Việt Nam [8] đều không xác định hệ số phát thải KNK đặc trưng quốc gia cho lĩnh vực sản xuất thép nói chung và các công nghệ sản xuất thép nói riêng. Các nghiên cứu này đều áp dụng hệ số mặc định theo Hướng dẫn kiểm kê KNK của IPCC phiên bản 2006 [65] và phiên bản cập nhật 2019. Ngoài ra, đến ngày 10/10/2022, Bộ TNMT đã công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê KNK tại Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT, có đề cập đến hệ số phát thải CO₂ được lựa chọn áp dụng loại công nghệ lò thổi BOF và lò hồ quang điện EAF.

Bảng 3.18. Các hệ số phát thải CO₂ cho quá trình sản xuất thép theo quốc gia và thế giới

Quá trình	CO ₂ (tấn/tấn sp)	CO ₂ (tấn/tấn sp)	CO ₂ (tấn/tấn sp)
Luyện cốc	-	-	1,23
Luyện gang	-	-	1,43
Thiêu kết	0,2	0,2	0,2
Luyện thép EAF	0,06	0,08	0,18
Luyện thép BOF	2,47	1,46	1,58

Quá trình	CO ₂ (tấn/tấn sp)	CO ₂ (tấn/tấn sp)	CO ₂ (tấn/tấn sp)
Nguồn tham khảo	Quyết định số 2626/QĐ-BTNMT ngày 10/10/2022 công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê KNK	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 3, Table 4.1)	2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Volume 3, Table 4.1 updated)

Áp dụng các hệ số phát thải KNK trong Bảng 3.18 và sản lượng trong Bảng 3.19 sẽ tính được phát thải KNK phi năng lượng theo công nghệ BOF của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.

Bảng 3.19. Phát thải KNK phi năng lượng theo công nghệ BOF của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Năm		2015	2016	2017	2018	2019
Sản xuất thép thô	Sản lượng (tấn)	354.386	402.306	454.240	652.385	709.222
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ td)	559.930	635.643	717.699	1.030.768	1.120.571
Sản xuất gang	Sản lượng (tấn)	188.535	199.413	168.125	199.834	170.667
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ td)	254.522	269.208	226.969	269.776	230.400
Sản xuất thiêu kết	Sản lượng (tấn)	223.429	227.822	189.419	240.590	230.607
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ td)	45.124	46.011	38.255	48.590	46.573
Luyện cốc	Sản lượng (tấn)	135.709	127.610	124.505	130.867	133.881
	Phát thải KNK (tấn CO ₂ td)	75.997	71.462	69.723	73.286	74.973

Năm		2015	2016	2017	2018	2019
Tổng	Phát thải KNK (tấn CO ₂ tđ)	935.573	1.022.324	1.052.646	1.422.419	1.472.518

Khác với xu thế phát thải KNK từ đốt nhiên liệu, kết quả phát thải KNK từ quá trình phi năng lượng trong Bảng 3.19 cho thấy xu thế phát thải tăng đều từ hơn 935 ngàn tCO₂tđ vào năm 2015 lên hơn 1,47 triệu tCO₂tđ vào năm 2019. Điều này là do xu thế phát thải từ quá trình phi năng lượng của nhà máy phụ thuộc vào nguồn phát thải chiếm tỉ trọng lớn nhất là luyện thép. Trong bốn nguồn phát thải KNK, phát thải từ luyện thép là cao nhất với tỉ trọng từ 59,8 – 76,1%; phát thải từ luyện gang chiếm tỉ trọng lớn thứ hai với 15,6 – 27,2%; phát thải từ luyện cốc chiếm tỉ trọng thứ ba với 5 – 8%; phát thải từ thiêu kết chiếm tỉ trọng nhỏ nhất với 3,1 – 4,8%.

c. Tổng hợp phát thải KNK và hệ số phát thải KNK chung của nhà máy thép áp dụng công nghệ BOF

Từ các kết quả phát thải KNK từ đốt nhiên liệu, phi năng lượng và tiêu thụ điện năng, tổng phát thải KNK của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên được xác định. Cùng với tổng sản lượng, hệ số phát thải KNK chung của nhà máy thép áp dụng công nghệ BOF cũng được xác định trong Bảng 3.20.

Bảng 3.20. Tổng phát thải KNK của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên và hệ số phát thải KNK chung của công nghệ BOF

Năm	2015	2016	2017	2018	2019	TB
Sản lượng (tấn)	354.386	402.306	454.240	652.385	709.222	
Tổng phát thải (tCO₂tđ)	1.074.914	1.159.831	1.179.063	1.562.069	1.605.491	
Hệ số phát thải (tCO₂/tấn thép thô)	3,03	2,88	2,60	2,39	2,26	2,63

Với hệ số phát thải KNK trung bình của công nghệ BOF xác định được là khoảng 2,63 tCO₂tđ/tấn thép thì kết quả này khá tương đồng với kết quả tính toán

trong Dự án PMR ngành thép năm 2020 với 2,51 tCO₂đ/tấn thép [9] và kết quả của Đề tài cấp nhà nước về “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim” với khoảng 3,46 tCO₂đ/tấn thép [17]. Tuy nhiên, việc xác định các hệ số phát thải KNK chung cho công nghệ BOF của Dự án PMR và Đề tài “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim” chủ yếu dựa vào các hệ số phát thải KNK mặc định của IPCC. Trong khi đó, luận án đã được hệ số phát thải KNK từ quá trình đốt nhiên liệu thông qua quá trình đo đạc và phân tích nồng độ và lưu lượng KNK, đây cũng là kết quả nghiên cứu mà NCS đã thực hiện cho Luận án.

3.4.3. Tính toán hệ số phát thải khí nhà kính cho công nghệ EAF

Hệ số phát thải KNK chung cho công nghệ EAF. Trong đó, phát thải KNK từ hai nguồn (i) Phi năng lượng và (ii) Sử dụng điện năng cũng sẽ được tính toán để làm cơ sở xác định hệ số phát thải chung. Các số liệu về sản lượng và tiêu thụ nhiên liệu thu thập được từ Công ty CP Gang thép Thái Nguyên được trình bày chi tiết trong Phụ lục 2.

a. Phát thải phi năng lượng theo công nghệ EAF

Sản lượng thép và hệ số phát thải KNK cho quá trình sản xuất thép EAF đo đạc sẽ được áp dụng để tính phát thải phi năng lượng. Có thể nhận thấy kết quả đo đạc HSPT quá trình sản xuất thép EAF trong luận án nằm trong khoảng HSPT mặc định của IPCC cho công nghệ EAF trong Bảng 3.23 (0,1 so với khoảng hệ số từ 0,06 – 0,18 theo IPCC).

Bảng 3.21. Phát thải KNK phi năng lượng theo công nghệ EAF

Năm	2015	2016	2017	2018	2019
Sản lượng (1000 tấn thép thô)	562.864	584.981	584.981	674.918	624.902
Phát thải KNK (1000 tCO₂đ)	56.286	58.498	58.498	67.492	62.490

Phát thải phi năng lượng của công nghệ EAF của Công ty Cổ phần gang thép Thái Nguyên giai đoạn 2015 – 2019 có xu thế không đều do sản lượng thép không ổn định giữa các năm. Lượng phát thải tăng từ hơn 56 ngàn tCO₂đ vào năm 2015 lên hơn 67 ngàn tCO₂đ vào năm 2018 sau đó giảm xuống 62 ngàn tCO₂đ vào năm 2019.

c. Phát thải từ tiêu thụ điện năng

Hệ số phát thải lưới điện quốc gia của Việt Nam năm 2019 được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố là 0,8154. Áp dụng hệ số này với số liệu tiêu thụ điện sẽ tính được phát thải gián tiếp từ tiêu thụ điện của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên.

Bảng 3.22. Phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện năng của Công ty CP Gang thép Thái Nguyên

Năm	2015	2016	2017	2018	2019
Sản xuất thép thô (tấn CO ₂ đ)	930	970	1.200	1.540	1.330
Sản xuất gang (tấn CO ₂ đ)	21.520	22.760	19.190	22.810	19.480
Tổng phát thải (tấn CO ₂ đ)	22.450	23.730	20.390	24.350	20.810

Phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện năng cũng có xu thế tỉ lệ với sản lượng của các loại hình sản phẩm. Có hai quá trình sản xuất có sử dụng điện là luyện thép và luyện gang. Trong đó, phát thải KNK từ tiêu thụ điện năng từ luyện gang là chủ yếu với tỉ trọng từ 93,6 – 95,9%. Phát thải từ luyện thép chỉ chiếm từ 4,1 – 6.3%.

c. Tổng hợp phát thải KNK và hệ số phát thải KNK chung của nhà máy thép áp dụng công nghệ EAF

Từ các kết quả phát thải KNK từ đốt nhiên liệu, phi năng lượng và tiêu thụ điện năng, tổng phát thải KNK được xác định. Cùng với tổng sản lượng, hệ số phát thải KNK chung của nhà máy thép áp dụng công nghệ EAF cũng được xác định trong Bảng 3.23.

Bảng 3.23. Tổng phát thải KNK và hệ số phát thải KNK chung của công nghệ EAF

Năm	2015	2016	2017	2018	2019	TB
Sản lượng (1.000 tấn)	562.864	584.981	584.981	674.918	624.902	
Tổng phát thải (1.000 tCO₂t)	78.736	82.228	78.888	91.842	83.300	
Hệ số phát thải (tCO₂/tấn thép thô)	0,14	0,14	0,13	0,14	0,13	0,14

Với hệ số phát thải KNK trung bình của công nghệ EAF xác định được là khoảng 0,14 tCO₂đ/tấn thép thì kết quả này nhỏ hơn khá nhiều so với kết quả tính toán trong Dự án PMR ngành thép năm 2020 với 0,8 tCO₂đ/tấn thép [9] và kết quả của Đề tài cấp nhà nước về “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim” [17] với khoảng 0,70 tCO₂đ/tấn thép. Việc xác định các hệ số phát thải KNK chung cho công nghệ EAF của Dự án PMR và Đề tài “Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim” chủ yếu dựa vào các hệ số phát thải KNK mặc định của IPCC. Trong khi đó, luận án đã xác định được hệ số phát thải KNK từ quá trình đốt nhiên liệu thông qua quá trình đo đạc và phân tích nồng độ và lưu lượng KNK.

Các hệ số phát thải KNK của công nghệ BOF và EAF được xác định trong phần này của Luận án sẽ được áp dụng để xây dựng kịch bản phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam trong nội dung nghiên cứu tiếp theo.

3.5. Kịch bản phát thải khí nhà kính cho lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam

3.5.1. Kịch bản phát thải khí nhà kính cơ sở

3.5.1.1. Phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất thép giai đoạn 2015 - 2019

Phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép được tính theo hướng dẫn của IPCC (2006). Dựa trên các hệ số phát thải KNK đã được xác định và sản lượng

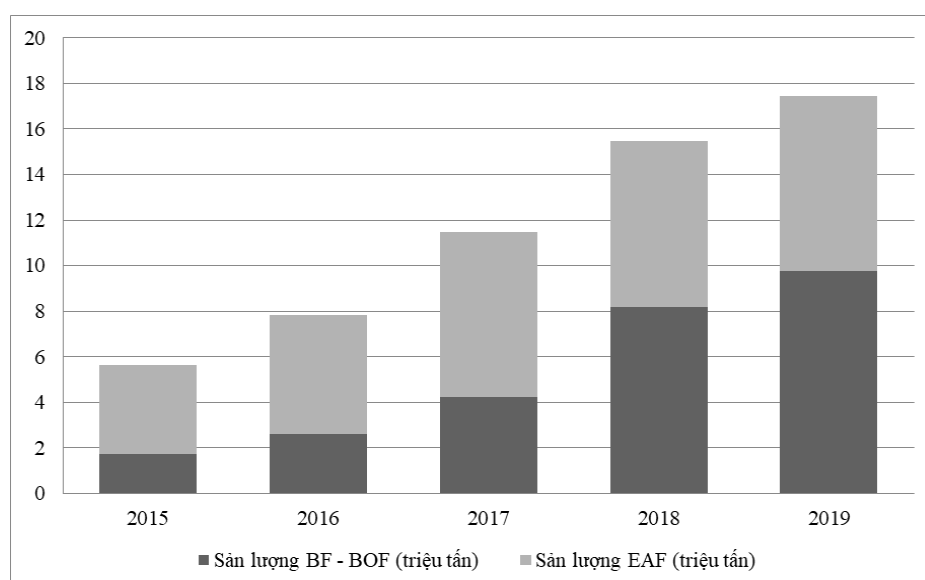
thép theo các công nghệ BOF và EAF được thu thập từ Hiệp hội thép Việt Nam trong giai đoạn 2015 – 2019. Kết quả cho thấy lượng phát thải KNK từ lĩnh vực sản xuất thép đã tăng gần 5 lần, từ hơn 7 triệu tCO₂đ vào năm 2015 lên hơn 32 triệu tCO₂đ vào năm 2019. Trong đó, phát thải KNK từ công nghệ lò cao – lò thổi (BOF) có sự gia tăng mạnh mẽ với hơn 6 lần trong giai đoạn này và chiếm phần lớn với 96%. Phát thải KNK từ công nghệ lò điện hồ quang (EAF) chỉ chiếm 4%.

Bảng 3.24. Tổng sản lượng của ngành thép theo loại hình công nghệ

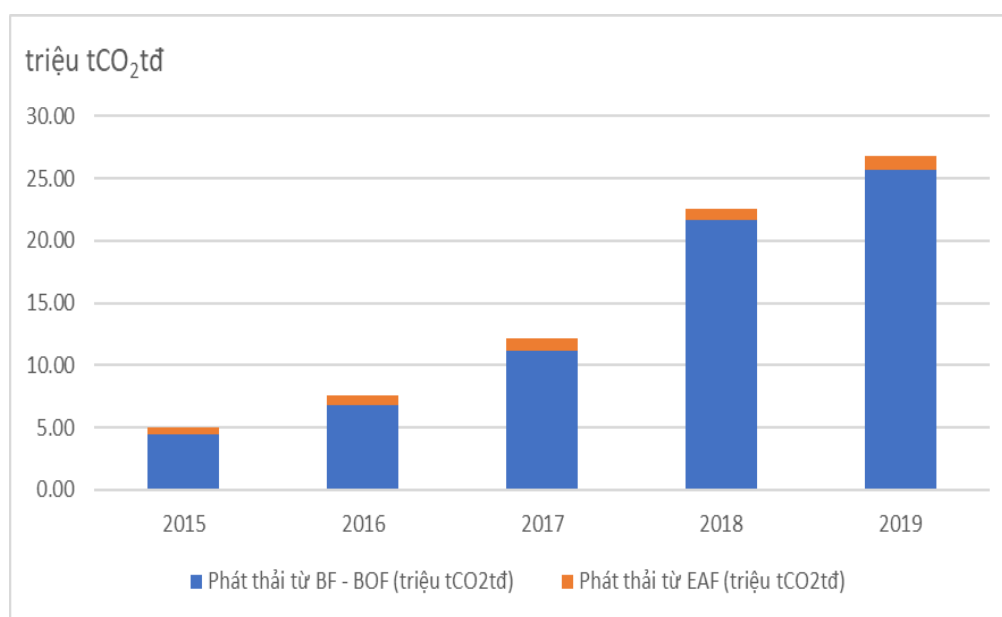
Năm	2015	2016	2017	2018	2019
Sản lượng BF - BOF (triệu tấn)	1.700	2.586	4.245	8.200	9.746
Sản lượng EAF (triệu tấn)	3.947	5.225	7.228	7.271	7.723
Tổng sản lượng	5.647	7.811	11.473	15.471	17.469

Bảng 3.25. Tổng phát thải KNK của ngành thép theo loại hình công nghệ

Năm	2015	2016	2017	2018	2019
Phát thải từ BF-BOF (triệu tCO ₂ đ)	4,48	6,81	11,18	21,6	25,67
Phát thải từ EAF (triệu tCO ₂ đ)	0,54	0,72	0,99	1,00	1,06
Tổng phát thải (triệu tCO₂đ)	5,02	7,53	12,17	22,59	26,73



Hình 3.9. Sản lượng thép của Việt Nam theo từng loại công nghệ



Hình 3.10. Kiểm kê phát thải KNK của hoạt động sản xuất thép giai đoạn 2015 – 2019

3.5.1.2. Dự báo phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép đến năm 2030

Đối với dự báo phát thải KNK cho ngành sản xuất thép, các giả định về phát triển ngành trong tương lai được Tham vấn theo số liệu mới nhất của Cục Công nghiệp, Bộ Công thương theo Quyết định 694/QĐ-BCT ngày 31/01/2013 về Quy hoạch phát triển hệ thống sản xuất và hệ thống phân phối thép giai đoạn đến 2020, có xét đến 2025 và Quyết định 3516/QĐ-BCT ngày 25/8/2016 về việc Bổ sung quy hoạch phát triển hệ thống sản xuất và hệ thống phân phối thép giai đoạn đến 2020, có xét đến 2025. Đồng thời, luận án cũng tham khảo số liệu từ Hiệp hội thép Việt Nam.

Cụ thể là, sản lượng thép thô năm 2020 là 19,5 triệu tấn (trong đó 12 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ BOF; 7,5 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ EAF); năm 2025 là khoảng 25 triệu tấn (trong đó 17 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ BOF; 8 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ EAF); và năm 2030 là khoảng 32,5 triệu tấn (trong đó 24 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ BOF; 8,5 triệu tấn sản xuất bằng công nghệ EAF).

Bảng 3.26. Dự báo sản lượng của lĩnh vực sản xuất thép

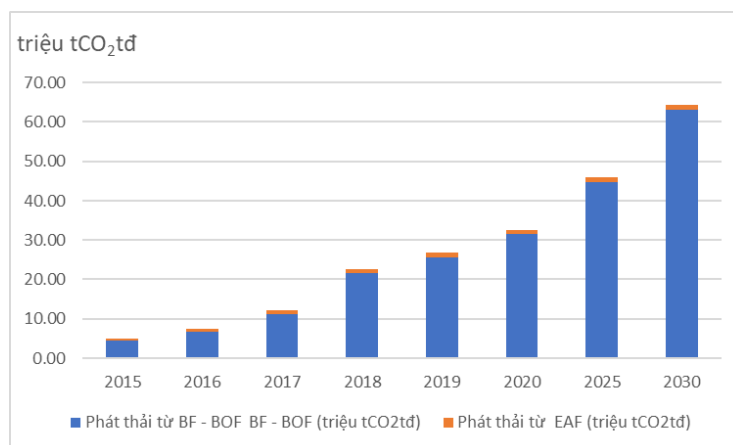
Năm	2020	2025	2030
Sản lượng BF - BOF (triệu tấn)	12,0	17,0	24,0
Sản lượng EAF (triệu tấn)	7,5	8,0	8,5
Tổng sản lượng	19,5	25,0	32,5

Tổng phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép (kịch bản cơ sở) như sau:

Bảng 3.27. Phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép

Năm	2020	2025	2030
Phát thải từ BF - BOF (triệu tCO ₂ đ)	31,61	44,78	63,22
Phát thải từ EAF (triệu tCO ₂ đ)	1,03	1,10	1,16
Tổng phát thải (triệu tCO₂đ)	32,63	45,87	64,38

Tổng hợp kết quả kiểm kê và dự báo phát thải KNK của các cơ sở luyện gang - thép giai đoạn từ 2015 – 2030, có thể thấy phát thải tăng nhanh đáng kể từ năm 2015 khoảng hơn 7 triệu tấn CO₂đ đến hơn 64 triệu tấn CO₂đ vào năm 2030. Trong đó, Phát thải từ BF - BOF (tăng từ 4,72 triệu tấn CO₂đ lên hơn 63 triệu tấn CO₂đ); Phát thải từ EAF (tăng từ 0,5 triệu tấn CO₂đ lên 1 triệu tấn CO₂đ); Điều này có thể giải thích do sản lượng thép thô năm 2015 là 5,647 triệu tấn đã tăng lên tới 19,5 triệu tấn và dự báo đạt 32,5 triệu tấn vào năm 2030.

**Hình 3.11. Kích bản phát thải KNK cơ sở của hoạt động sản xuất thép đến năm 2030**

Theo Thông báo quốc gia lần thứ ba của Việt Nam cho UNFCCC và Báo cáo kỹ thuật Đóng góp do quốc gia tự quyết định – NDC, dự báo phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam là khoảng 69,9 triệu tCO₂đ vào năm

2030. Do vậy, kết quả về dự báo phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép trong Luận án với 64,3 triệu tCO₂td vào năm 2030 là khá phù hợp.

3.5.2. Kịch bản giảm phát thải khí nhà kính

Trong lĩnh vực sản xuất thép, phát thải KNK được ước tính cho quá trình chuyển hóa và quá trình đốt cháy nhiên liệu. Đối với phát thải từ quá trình chuyển hóa, lượng phát thải phụ thuộc vào sản lượng và lượng nguyên liệu sử dụng. Như vậy, giảm phát thải từ quá trình chuyển hóa hầu như không xảy ra. Do đó, tiềm năng giảm phát thải KNK chủ yếu đến từ tiết kiệm năng lượng bao gồm tiết kiệm điện năng và nhiên liệu hóa thạch trong các quá trình sản xuất. Trong khuôn khổ luận án, ba nhóm giải pháp giảm phát thải chính sẽ được đánh giá, đó là: (i) Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình lò điện hồ quang EAF; (ii) Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình luyện cốc; (iii) Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình luyện gang.

3.5.2.1. Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình lò điện hồ quang EAF

Các công nghệ/giải pháp cải tiến, thay thế được đề xuất và kết quả tính toán kiểm toán mức tiết kiệm năng lượng như sau:

Lắp đặt bộ biến tốc (VSD) cho máy bơm nước

Thông thường sử dụng động cơ cảm ứng. Động cơ cảm ứng là một động cơ không đồng bộ, thay đổi tần số cung cấp có thể gây ra sự thay đổi tốc độ của động cơ. Ứng dụng của VSD cho một động cơ đặc biệt quan trọng trong việc quyết định kiểm soát tốc độ theo đặc tính của tải. Nói chung, tiềm năng lớn nhất để tiết kiệm điện với bộ điều tốc thường là trong các ứng dụng mô-men xoắn thay đổi, bơm ly tâm cũng phù hợp cho ứng dụng VSD.

Ứng dụng của đầu đốt oxy-nhiên liệu cho EAF

Trong không khí, thành phần lớn nhất là nitơ chiếm 79% thể tích không khí. Nitơ trong không khí không được sử dụng để oxy hóa với nhiên liệu và không mang lại bất kỳ lượng nhiệt nào cho quá trình này; ngoài ra, nó hấp thụ nhiệt từ quá trình đốt cháy. Vì vậy, nitơ chiếm tỷ lệ lớn thất thoát trong quá trình đốt cháy có sử dụng không khí như là một tác nhân oxy hóa. Để giảm bớt thất thoát từ nitơ, mỏ đốt nhiên liệu-oxy đã được sử dụng. Đây là loại mỏ đốt sử dụng oxy tinh khiết

như là một tác nhân oxy hóa. Không bị mất mát trong quá trình hấp thụ nitơ, hiệu suất nhiệt của quá trình đốt được cải thiện. Việc sử dụng đầu đốt oxy-nhiên liệu có thể giảm 20% thời gian và nhu cầu điện hơn 10% (Ứng dụng khí tự nhiên trong công nghiệp 1993). Đầu đốt oxy-nhiên liệu đã phát triển từ các thiết bị sưởi ấm đơn giản đến các thiết bị đa chức năng có thể bơm khí và oxy ở các tỷ lệ khác nhau cũng như carbon rắn. Khoảng 40% các EAF tại Hoa Kỳ đã báo cáo việc sử dụng các vòi đốt nhiên liệu oxy vào năm 1998. Sau đó, nhà máy có thể sử dụng các vòi đốt nhiên liệu oxy để giảm thời gian nấu từ 80 phút xuống còn 64 phút và có thể tiết kiệm mức tiêu thụ năng lượng hơn 10% từ 447 kWh/tấn xuống 403.3 kwh/tấn.

Lắp đặt bơm oxy và than

Hệ thống phun oxy siêu âm để EAF tăng hiệu quả của đầu đốt và giảm năng lượng điện và hóa chất tiêu dùng. Hệ thống phun oxy siêu âm là một hệ thống khá đơn giản giúp đưa nhiên liệu và oxy vào lò với sự gia tăng xâm nhập của oxy. Bằng cách tạo ra sử dụng ô-xy hiệu quả hơn, điều này làm giảm tiêu thụ điện. Nó cũng mang lại những lợi ích khác như kiểm soát tốt hơn việc bơm carbon và tạo bọt xỉ và giảm tiêu hao điện cực. Đối với tất cả các đầu đốt ô-xy, thách thức là giữ tốc độ và độ chụm của tia oxy đủ cao để tạo ra sự thâm nhập tốt qua xỉ và vào thép nóng chảy bên dưới. Vận tốc phản lực cao hơn có nghĩa là khử carbon nhanh hơn và tăng hơn nữa hiệu quả sử dụng oxy. Thông thường, người dùng Bơm oxy siêu âm thấy rằng họ có thể tăng tỷ lệ sản xuất đồng thời giảm mức tiêu thụ điện trên mỗi tấn thép khoảng 9%.

Lắp đặt Baler thủy lực để tăng mật độ thép phế liệu

Năng lượng bị mất mỗi khi mái lò được mở, điều này sẽ dẫn đến mất 10 - 20 kWh/tấn cho mỗi lần xuất hiện. Hầu hết các hoạt động nhằm đến 2 đến 3 thùng phế liệu cho mỗi nhiệt và sẽ trộn lẫn phế liệu của họ để đáp ứng yêu cầu này. Nếu nhà máy lắp đặt một baler thủy lực để tăng mật độ phế liệu thép, điều này có thể giảm tới 3 thùng phế liệu mỗi nhiệt. Do đó, nhà máy có thể tiết kiệm khoảng $15 \times 2 = 30$ kwh/tấn. Tổng hợp tính toán tiết kiệm năng lượng cho toàn nhà máy thể hiện trong bảng 3.28.

Bảng 3.28. Kết quả tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK sau áp dụng các giải pháp đề xuất

Công ty cơ khí sắt thép (Thái Nguyên)							
TT	Giải pháp đề xuất	Ước tính tiết kiệm Năng lượng					
		Điện			Nhiên liệu		
		Lượng tiết kiệm điện ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm	Lượng tiết kiệm nhiên liệu ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm
		Kwh/năm	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP			
Điện							
1	Biến tần (VS D) cho bơm nước	37.800	32,69	0,00241			
2	Đầu đốt ô-xy nhiên liệu	407.010	352,02	0,02595			
3	Kim phun dầu và ô-xy	671.567	580,84	0,04281			
4	Bộ ép thủy lực tăng mật độ phế liệu	407.010	352,02	0,02595			
	Tổng	1.523.387	1.317,58	0,09712			

Kết quả đánh giá thí điểm các giải pháp giảm phát thải KNK cho công nghệ lò điện EAF trong Bảng 3.28 cho thấy giải pháp áp dụng Kim phun dầu và ô-xy có tiềm năng tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK lớn nhất với hơn 671 ngàn kWh/năm và 0,04 tCO₂td/tấn sản phẩm. Tiếp theo là các giải pháp áp dụng Đầu đốt ô-xy nhiên liệu và áp dụng Bộ ép thủy lực tăng mật độ phế liệu đều có tiềm năng tiết kiệm hơn 407 ngàn kWh/năm và giảm 0,02 tCO₂td/tấn sản phẩm. Giải pháp áp dụng Biến tần (VSD) cho bơm nước là một giải pháp phổ biến và dễ áp dụng nhưng có tiềm năng tiết kiệm năng lượng nhỏ nhất với hơn 37 ngàn kWh/năm và tiềm năng giảm phát thải KNK là 0,002 tCO₂td/tấn sản phẩm. Tổng tiềm năng tiết kiệm năng lượng của các giải pháp là hơn 1,5 triệu kWh/năm và giảm được 0,097 tCO₂td/tấn sản phẩm.

3.5.2.2. Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình luyện cốc

Trong phần này, Luận án trình bày các công nghệ/giải pháp được đề xuất thay thế kèm theo các ước tính lượng giảm phát thải KNK của các công nghệ/giải pháp đó từ thực tế trình diễn tại đơn vị sản xuất. Các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho quá trình luyện cốc được khảo sát từ những thực hành tốt ở Nhà máy gang thép Thái Nguyên trong quá trình luyện cốc.

Cài đặt bộ biến tốc (VSD) cho quạt COG

Các động cơ không đồng bộ 2 x 250 kW (380V, 3 pha) để chuyển COG sang nhà máy thiêu kết được điều khiển thủ công. Các động cơ vẫn tiêu thụ một lượng điện lớn khi áp suất và nhu cầu tải giảm. Bởi vậy việc thay đổi tần số cung cấp có thể gây ra sự thay đổi của tốc độ động chi phí.

Thay thế cánh quạt bằng nhôm của tháp giải nhiệt bằng thủy tinh sợi

Nghiên cứu cho thấy rằng chân vịt bằng nhôm của tháp giải nhiệt bị mất năng lượng cao vì trọng lượng nặng. Bằng cách thay thế cánh quạt này bằng một cánh quạt sợi thủy tinh, hơn 30% năng lượng điện có thể được lưu nó cũng giúp các động cơ có tuổi thọ dài hơn.

Tổng hợp tính toán giảm phát thải cho toàn nhà máy thể hiện trong Bảng 3.29.

Bảng 3.29. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình luyện cốc

Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên - Luyện cốc							
TT	Giải pháp đề xuất	Ước tính tiết kiệm Năng lượng					
		Điện			Nhiên liệu		
		Lượng tiết kiệm điện ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm	Lượng tiết kiệm nhiên liệu ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm
		Kwh/năm	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP	MMBTU	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP
Điện							
1	Lắp đặt bộ điều tốc (VSD) cho quạt COG	37.800,00	32,69	0,00022			
2	Thay cánh quạt nhôm của tháp làm mát bằng thủy tinh sợi	21.168,00	18,31	0,00012	4.500	1,241	0,0000084
3	Lắp VSD cho động cơ điện máy nén khí	172.200,00	148,94	0,00101			
	Tổng phụ	231.168	199,94	0,00135	4.500	1,241	0,0000084
Nhiệt							
1	Hâm nóng than để giảm điều chỉnh độ ẩm				1.168	0,332	0,0000022

Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên - Luyện cốc							
TT	Giải pháp đề xuất	Ước tính tiết kiệm Năng lượng					
		Điện			Nhiên liệu		
		Lượng tiết kiệm điện ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm	Lượng tiết kiệm nhiên liệu ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm
		Kwh/năm	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP	MMBTU	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP
2	Áp dụng tự động hóa và Hệ thống điều khiển quá trình				3.031	0,001	0,0000000
	Tổng phụ				4.199	0,333	0,0000023
	Tổng				8.699	1,574	0,0000107

Làm nóng than để giảm độ ẩm cho kiểm soát độ ẩm than

Kiểm soát độ ẩm than sử dụng nhiệt thải từ khí lò than để làm khô than sử dụng cho than cốc. Độ ẩm của than thay đổi, nhưng nhìn chung khoảng 8-9% đối với than luyện cốc tốt. Sấy khô làm giảm độ ẩm than xuống còn 3-5%, từ đó giảm nhiên liệu tiêu thụ trong lò than cốc. Than có thể được sấy khô bằng cách sử dụng hàm lượng nhiệt của khí lò luyện cốc hoặc các nguồn nhiệt thải khác.

Hệ thống điều khiển quá trình và tự động hóa

Tự động hóa và điều khiển quá trình làm nóng coke bằng cách sử dụng hệ thống điều khiển cấp 2 thực hiện các tính toán mô hình quy trình khác nhau dựa trên quy trình dữ liệu được thu thập từ hệ thống tự động hóa cấp 1.

Tổng hợp tính toán giảm phát thải

Kết quả đánh giá thí điểm các giải pháp giảm phát thải KNK cho quá trình

luyện cốc của công nghệ lò cao lò chuyển BOF trong Bảng 3.25 cho thấy các giải pháp này có thể tiết kiệm điện năng, nhiên liệu đầu vào và nhiệt năng. Cụ thể là, giải pháp áp dụng Lắp VSD cho động cơ điện máy nén khí có tiềm năng tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK lớn nhất với hơn 172 ngàn kWh/năm và 0,001 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Tiếp theo là các giải pháp áp dụng Lắp đặt bộ điều tốc (VSD) cho quạt COG có tiềm năng tiết kiệm hơn 37 ngàn kWh/năm và giảm 0,0002 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Giải pháp áp dụng Thay cánh quạt nhôm của tháp làm mát bằng thủy tinh sợi có tiềm năng tiết kiệm năng lượng nhỏ nhất với hơn 21 ngàn kWh/năm và tiềm năng giảm phát thải KNK là 0,0001 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Các giải pháp về tiết kiệm nhiệt năng đều có tiềm năng giảm phát thải KNK rất nhỏ so với các giải pháp tiết kiệm điện.

3.5.2.3. Nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng và nhiên liệu trong quá trình luyện gang

a. Giai đoạn thiêu kết

Các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho quá trình thiêu kết được khảo sát từ những thực hành tốt ở Nhà máy gang thép Thái Nguyên.

Sửa đổi trạm sàng lọc: Sau khi được làm mát, sản phẩm thiêu kết được đưa đến trạm nghiền và sàng lọc. Sau khi sửa đổi trạm sàng lọc, nhà máy có thể cải thiện hiệu suất của nó từ:

- Hiệu quả cao hơn trong sàng lọc (dưới cỡ và quá khổ sẽ dưới 5%).
- Giảm hao mòn trên xe pallet và tăng tính thấm do lớp lò sưởi.
- Giảm thời gian ngừng bảo trì của nhà máy.
- Làm mịn xử lý vật liệu của sản phẩm thiêu kết.

Lắp đặt bộ điều tốc độ (VSD) cho bơm nước

Động cơ bơm trong trạm làm mát của nhà máy thiêu kết. Nhà máy thiêu kết sử dụng động cơ cảm ứng 3x15kW để bơm nước nóng vào tháp giải nhiệt. Hai (2) động cơ thường là chạy mọi lúc. Vì động cơ cảm ứng là động cơ không đồng bộ, thay đổi nguồn cung tần số có thể gây ra sự thay đổi của tốc độ động cơ. Đặc

tính tải đặc biệt quan trọng trong việc quyết định kiểm soát tốc độ có phải là một tùy chọn hay không. Các tiềm năng lớn nhất để tiết kiệm điện với các bộ điều tốc thường là trong các ứng dụng mô-men xoắn. Bơm ly tâm cũng thích hợp cho ứng dụng VSD.

Lắp đặt hệ thống tự động hóa cho nhà máy Sinter

Mục tiêu chính của việc cài đặt một hệ thống tự động thiêu kết là để đảm bảo sản xuất ổn định ở năng suất cao nhất có thể và chất lượng phù hợp. Với các tính năng kiểm soát quá trình và mô hình quá trình, hệ thống tự động hóa và thiết bị là giải pháp cuối cùng.

Bổ sung thu hồi nhiệt từ quá trình thiêu kết và làm mát thiêu kết

Phương pháp này có hiệu quả để cải thiện năng lượng nhưng với chi phí đáng kể. Phương pháp được phổ biến rộng rãi áp dụng ở Nhật Bản và ở các nước phát triển. Hệ thống thu hồi nhiệt từ chính xả khí bằng cách tuần hoàn và nhiệt độ hợp lý của không khí làm mát từ bộ làm mát thiêu kết để tăng hơi nước. Phương pháp này được báo cáo là tiết kiệm 0,25GJ/tấn và tiêu thụ than cốc 3%.

Tổng hợp tính toán giảm phát thải

Tổng hợp tính toán giảm phát thải cho toàn nhà máy thể hiện trong Bảng 3.30.

Bảng 3.30. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình thiêu kết

Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên - Thiêu Kết							
TT	Giải pháp đề xuất	Ước tính tiết kiệm Năng lượng					
		Điện			Nhiên liệu (CNG)		
		Lượng tiết kiệm điện ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm	Lượng tiết kiệm nhiên liệu ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm
		Kwh/năm	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP	MMBTU	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP
Điện							
1	Thay đổi hệ thống thiêu kết	187.920	162,53	0,00054			
2	VSD cho bơm nước	38.880	33,63	0,00011			
3	Điện hóa và tự động hóa cho nhà máy thiêu kết	212.020	183,38	0,00061	823	0,234	0,0000008
4	Thu hồi nhiệt từ bộ phận làm lạnh thiêu kết				2.938	0,001	0,0000000
	Tổng	438.820	379,54	0,00127	3.761	0,235	0,0000008

Kết quả đánh giá thí điểm các giải pháp giảm phát thải KNK cho quá trình thiêu kết của công nghệ lò cao lò chuyển BOF trong Bảng 3.30 cho thấy các giải pháp này có thể tiết kiệm điện năng và giảm phát thải KNK đáng kể. Cụ thể là giải pháp áp dụng Điện hóa và tự động hóa cho nhà máy thiêu kết có tiềm năng tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK lớn nhất với hơn 212 ngàn kWh/năm và 0,0006 tCO₂td/tấn sản phẩm. Tiếp theo là các giải pháp áp dụng Thay đổi hệ thống thiêu kết có tiềm năng tiết kiệm hơn 187 ngàn kWh/năm và giảm 0,0005 tCO₂td/tấn sản phẩm. Giải pháp áp dụng VSD cho bơm nước có tiềm năng tiết kiệm năng lượng nhỏ nhất với hơn 38 ngàn kWh/năm và tiềm năng giảm phát thải KNK là 0,0001 tCO₂td/tấn sản phẩm. Giải pháp Thu hồi nhiệt từ bộ phận làm lạnh thiêu kết có tiềm năng giảm phát thải KNK rất nhỏ so với các giải pháp tiết kiệm điện.

b. Giai đoạn luyện gang

Các giải pháp tiết kiệm năng lượng cho quá trình luyện gang được khảo sát từ những thực hành tốt ở Nhà máy gang thép Thái Nguyên. Các công nghệ/giải pháp cải tiến, thay thế được đề xuất và kết quả tính toán kiểm toán mức tiết kiệm năng lượng như sau:

VSD cho bơm nước

Nhà máy sử dụng: động cơ cảm ứng 3x135kW và 3x55kW để bơm nước nóng đến tháp giải nhiệt. Bởi vì động cơ cảm ứng là một động cơ không đồng bộ, thay đổi tần số cung cấp có thể tạo ra sự thay đổi của tốc độ động cơ. Tiềm năng lớn nhất để tiết kiệm điện với các ổ đĩa tốc độ thay đổi thường là trong ứng dụng mô-men xoắn thay đổi, cho máy bơm ly tâm cũng phù hợp cho ứng dụng VSD.

Thay cánh quạt nhôm bằng cánh quạt sợi thủy tinh của tháp làm mát

Nghiên cứu cho thấy rằng chân vịt bằng nhôm của tháp giải nhiệt bị mất năng lượng cao vì trọng lượng nặng. Bằng cách thay thế chân vịt này bằng một chân vịt bằng sợi thủy tinh, hơn 30% năng lượng điện có thể được tiết kiệm. Nó cũng giúp các động cơ có tuổi thọ dài hơn.

Tối ưu hóa năng lượng cho quạt thổi khí (D500)

Hoạt động của lò cao đòi hỏi khí nén ở một điều kiện áp suất và lưu lượng cụ thể. Không khí máy thổi đang hoạt động để cung cấp khí nén. Mỗi lò được cung cấp với một cái quạt gió. Quạt thổi D500-1 và D500-2, cung cấp không khí cần thiết cho bếp lò tạo quá trình cháy bùng lò nung là một phần của yêu cầu quá trình. Hiện tại các quạt thổi được vận hành hết công suất và không khí dư thừa được thông hơi vào khí quyển. Đây không phải là một phương pháp tiết kiệm năng lượng hoạt động.

Tối ưu hóa năng lượng cho quạt thổi bằng bộ biến tần sẽ tạo điều kiện điều khiển điện tự động công suất và loại bỏ thông gió dư thừa. Ngoài sức mạnh tiết kiệm, kiểm soát chính xác công suất cũng sẽ giúp duy trì áp suất không khí ổn định bếp lò, do đó cung cấp hoạt động ổn định. Kiểm soát công suất động do VSD cung cấp sẽ cho phép kiểm soát trực tiếp tất cả các biến động cơ cốt lõi do đó đáp ứng với quá trình thay đổi cực kỳ nhanh chóng. Ngắt điện áp cung cấp ngắn, từ một vài chu kỳ đến vài trăm mili giây, sẽ không ảnh hưởng đến hệ thống truyền động lò thổi, do áp lực không đổi có thể với sự giúp đỡ của VSD. Tùy chọn khởi động mềm, do VSD cung cấp, cũng sẽ làm giảm các ứng suất cơ học của thiết bị, do đó gián tiếp kéo dài tuổi thọ của quạt gió.

Cải thiện BF nhà máy làm sạch khí và áp dụng công nghệ TRT

Hoạt động lò cao tạo ra khoảng 350 m³/phút khí BF từ mỗi lò trong quá trình hoạt động bình thường. Khí BF này chứa carbon monoxide (CO) và dấu vết của hydro với mức trung bình nhiệt trị khoảng 3,76MJ/m³. Khí BF này được cải thiện bằng làm mát và làm sạch khỏi bụi theo công nghệ TRT nhằm tránh dư thừa và chuyển đến BF làm nhiên liệu. Tổng hợp tính toán tiết kiệm năng lượng cho toàn nhà máy thể hiện trong Bảng 3.31.

Bảng 3.31. Kết quả giảm phát thải sau áp dụng các giải pháp đề xuất cho quá trình luyện gang

Công ty gang thép Thái Nguyên - Luyện gang BF							
TT	Giải pháp đề xuất	Ước tính tiết kiệm Năng lượng					
		Điện			Nhiên liệu		
		Lượng tiết kiệm điện ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm	Lượng tiết kiệm nhiên liệu ước tính	Lượng giảm phát thải	Giảm phát thải/tấn sản phẩm
		Kwh/năm	tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP	MMBTU/năm	Tấn CO ₂	tấn CO ₂ /tấn SP
Điện							
1	VSD cho bơm nước	842.400	728,59	0,00493			
2	Thay cánh quạt nhôm bằng cánh quạt sợi thủy tinh của tháp làm mát	71.280	61,65	0,00042			

3	Tối ưu hóa năng lượng cho quạt thổi khí (D500)	5.529.600	4.782,55	0,03235			
4	Cải thiện BF nhà máy làm sạch khí và áp dụng công nghệ TRT	8.400.440	7.265,54	0,04915			
	Tổng	1.523.387	1.317,58	0,09712			
Nhiệt							
1	Cải thiện BF nhà máy làm sạch khí và áp dụng công nghệ TRT				12.500	849,73	0,0057
	Tổng				12.500	849,73	0,0057

Kết quả đánh giá thí điểm các giải pháp giảm phát thải KNK cho quá trình luyện gang của công nghệ lò cao lò chuyển BOF trong Bảng 3.31 cho thấy các giải pháp này có thể tiết kiệm điện năng, nhiên liệu đầu vào và nhiệt năng. Cụ thể là, giải pháp áp dụng Cải thiện BF nhà máy làm sạch khí và áp dụng công nghệ TRT có tiềm năng tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK lớn nhất với hơn 8,4 triệu kWh/năm và 0,05 tCO₂đ/tấn sản phẩm từ tiết kiệm điện. Giải pháp này cũng có tiềm năng tiết kiệm khoảng 12,5 ngàn MMBTU nhiên liệu một năm và giảm được gần 0,006 tCO₂đ/tấn sản phẩm từ nhiên liệu. Tiếp theo là các giải pháp áp dụng Tối ưu hóa năng lượng cho quạt thổi khí (D500) có tiềm năng tiết kiệm hơn 5,5 triệu kWh/năm và giảm 0,03 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Giải pháp áp dụng VSD cho bơm nước có tiềm năng tiết kiệm năng lượng với hơn 842 ngàn kWh/năm và tiềm năng giảm phát thải KNK là 0,005 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Giải pháp áp dụng Thay cánh quạt nhôm bằng cánh quạt sợi thủy tinh của tháp làm mát có tiềm năng tiết kiệm năng lượng với hơn 71 ngàn kWh/năm và tiềm năng giảm phát thải KNK là 0,0004 tCO₂đ/tấn sản phẩm. Các giải pháp về tiết kiệm nhiệt năng đều có tiềm năng giảm phát thải KNK rất nhỏ so với các giải pháp tiết kiệm điện.

3.5.2.4. Tiềm năng giảm phát thải

Theo kết quả đánh giá thí điểm tiềm năng tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK của các giải pháp giảm nhẹ tại Công ty Cổ phần Gang thép Thái nguyên, tổng hợp về tiềm năng giảm nhẹ theo công nghệ được thể hiện trong Bảng 3.32.

Bảng 3.32. Tiềm năng giảm phát thải KNK theo công nghệ sản xuất thép

TT	Công nghệ	Tiềm năng giảm phát thải KNK (tấn CO ₂ đ/tấn sản phẩm)		
		Điện	Nhiệt	Tổng
1	EAF	0,65712	0,06	0,71712
	- Tiết kiệm năng lượng	0,09712		0,09712
	- Sử dụng năng lượng tái tạo	0,56		0,56

TT	Công nghệ	Tiềm năng giảm phát thải KNK (tấn CO ₂ td/tấn sản phẩm)		
		Điện	Nhiệt	Tổng
2	BOF	0,09974	0,41571	0,51545
	- Luyện cốc	0,00135	0,0000107	0,0013607
	- Thiêu kết	0,00127	0,0000008	0,0012708
	- Luyện gang	0,09712	0,0057	0,10282
	- Sử dụng nhiên liệu sinh học		0,41	0,41

Bên cạnh các giải pháp tiết kiệm năng lượng được đánh giá thí điểm, luận án xem xét thêm các giải pháp về sử dụng năng lượng tái tạo thay thế điện than và sử dụng nhiên liệu sinh học thay thế nhiên liệu hóa thạch đối công nghệ EAF và sử dụng nhiên liệu sinh học thay thế nhiên liệu hóa thạch đối với công nghệ BOF. Theo đó, nếu áp dụng 100% điện từ năng lượng tái tạo cho công nghệ EAF thì có thể giảm được 0,56 tCO₂td/tấn sản phẩm. Sử dụng nhiên liệu sinh học thay thế nhiên liệu hóa thạch đối với công nghệ EAF có thể giảm được 0,06 tCO₂td/tấn sản phẩm. Trong khi đó, Sử dụng nhiên liệu sinh học thay thế nhiên liệu hóa thạch đối với công nghệ BOF có thể giảm được 0,41 tCO₂td/tấn sản phẩm.

Trong các nhóm giải pháp nói trên, nhóm giải pháp về tiết kiệm năng lượng được đánh giá có tính khả thi về kinh tế và dễ thực hiện trong ngắn hạn. Nhóm giải pháp về năng lượng tái tạo có thể được áp dụng trong trung hạn khi giá của điện gió và điện mặt trời cạnh tranh hơn so với điện than. Nhóm giải pháp về sử dụng nhiên liệu sinh học và các nhiên liệu thay thế khác có thể được áp dụng trong dài hạn khi chi phí của các nguồn nhiên liệu này rẻ hơn.

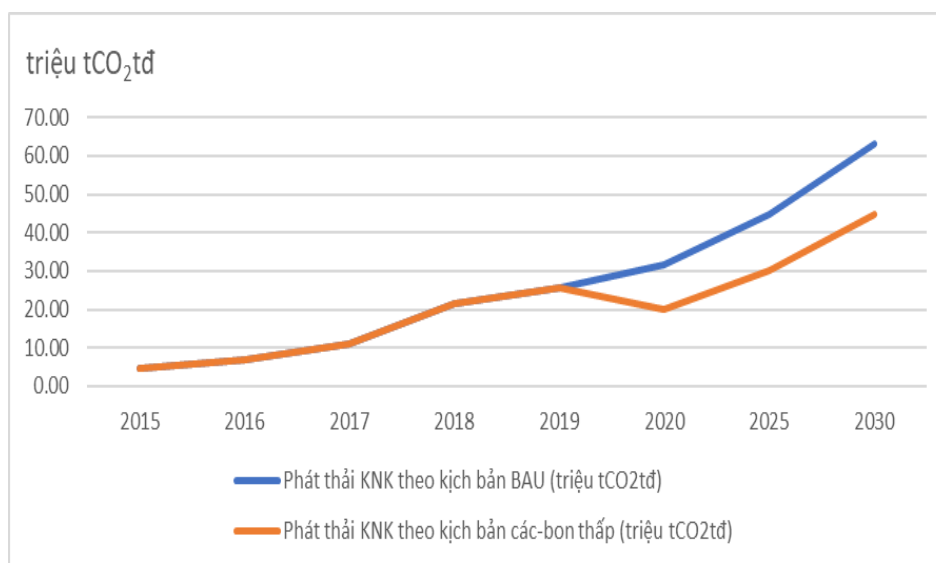
Từ tiềm năng giảm phát thải trong Bảng 3.32 và sản lượng theo các loại công nghệ, lượng giảm phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp được ước tính trong Bảng 3.33.

Bảng 3.33. Lượng giảm phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp

Lượng giảm phát thải KNK (triệu tCO₂tđ)	2020	2025	2030
BOF	6,19	8,76	12,37
EAF	5,38	5,74	6,10
Tổng	11,56	14,50	18,47

Tổng tiềm năng giảm phát thải KNK từ các công nghệ tiết kiệm năng lượng và năng lượng tái tạo cho ngành thép vào năm 2025 là khoảng 14,5 triệu tCO₂tđ và khoảng hơn 18,4 triệu tCO₂tđ vào năm 2030. Trong đó, tiềm năng giảm phát thải KNK từ công nghệ BOF cao hơn từ 1,5 đến hơn 2 lần so với tiềm năng giảm phát thải từ công nghệ EAF. Điều này là do quy mô của công nghệ BOF lớn hơn nhiều so với quy mô của công nghệ EAF. Bên cạnh đó, việc áp dụng năng lượng tái tạo thay thế nhiên liệu hóa thạch có tiềm năng giảm phát thải lớn hơn nhiều so với áp dụng áp dụng năng lượng tái tạo thay thế điện lưới.

Từ kết quả phát thải KNK theo kịch bản cơ sở và lượng giảm phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp, có thể xác định được lượng phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp (Bảng 3.34 và hình 3.12).



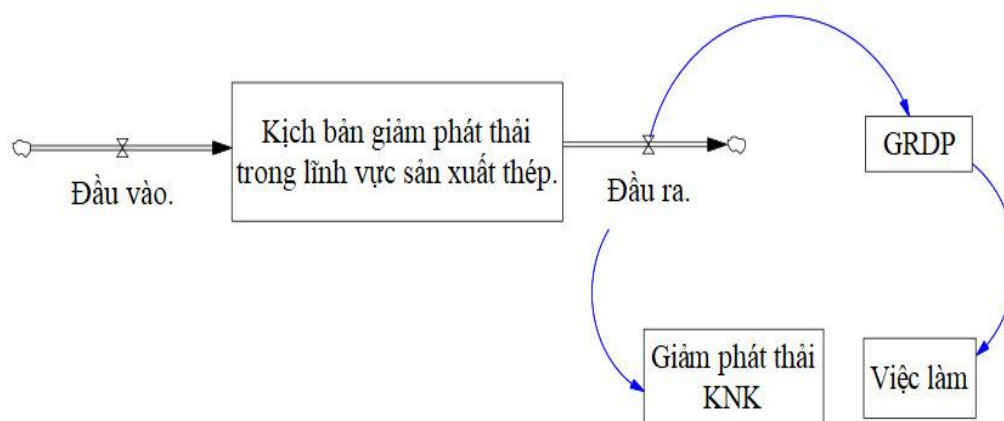
Hình 3.12. Phát thải KNK của kịch bản BAU và kịch bản carbon thấp của lĩnh vực sản xuất thép

Bảng 3.34. Phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp

Năm	2020	2025	2030
Phát thải KNK theo kịch bản carbon thấp (triệu tCO ₂ td)	27,21	38,53	54,36

3.6. Đánh giá tác động của kịch bản giảm nhẹ phát thải khí nhà kính của lĩnh vực sản xuất thép đến phát triển kinh tế - xã hội ở Việt Nam

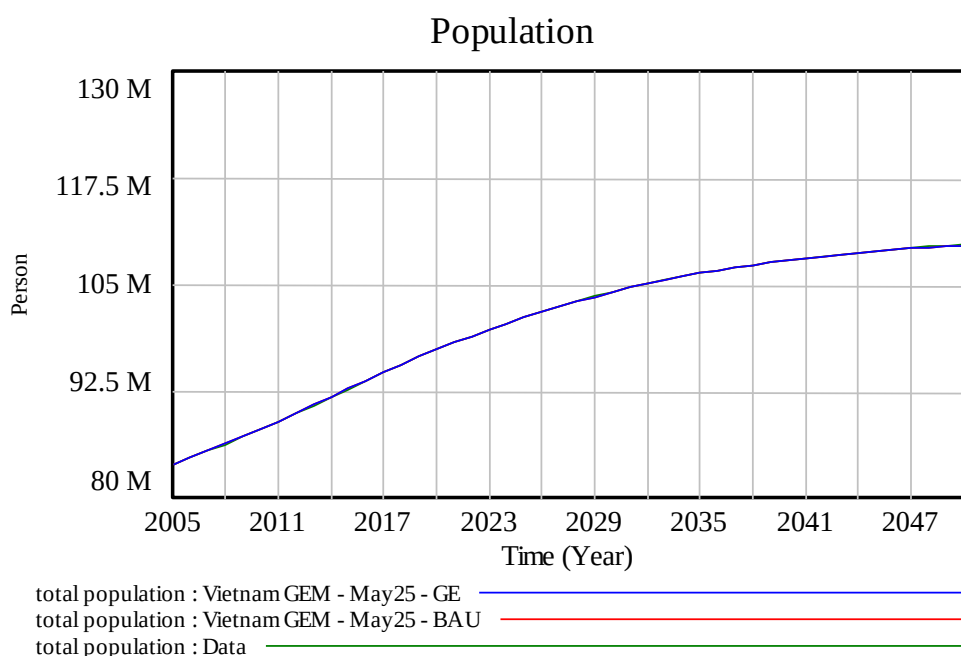
Luận án sử dụng mô hình GEM để đánh giá tác động của kịch bản giảm phát thải KNK của lĩnh vực sản xuất thép đến phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam.

**Hình 3.13. Môi quan hệ các biến trong mô hình GEM để mô phỏng tác động**

Cụ thể, mô hình kinh tế xanh đưa ra dự báo về GDP hàng năm cho toàn nền kinh tế đến năm 2030 trong kịch bản phát triển bình thường (giả định chưa thực hiện các giải pháp giảm nhẹ trong lĩnh vực sản xuất thép của Việt Nam) dựa trên các số đầu vào: vốn đầu tư toàn nền kinh tế; dân số và lao động; GDP, nhu cầu sử dụng năng lượng, các hệ số phát thải và kịch bản giảm phát thải KNK theo tiêu chuẩn, hướng dẫn quốc tế; nồng độ chất gây phát thải; mức tiêu thụ nhiên liệu đối với từng loại hình hoạt động; các chi phí; nguồn tài nguyên; đặc tính kỹ thuật của công nghệ. Các biến trong mô hình có tác động qua lại với nhau để thể hiện tác động qua lại giữa các kịch bản giảm nhẹ trong ngành thép với các vấn đề về kinh tế (GRDP), xã hội (dân số và việc làm) và môi trường (giảm phát thải KNK): việc thực hiện các can thiệp phát triển carbon thấp thông qua các giải pháp

công nghệ trong lĩnh vực thép dẫn đến giảm chi tiêu năng lượng và phát thải, cả hai đều tạo điều kiện cho tăng trưởng kinh tế so với kịch bản BAU. Tăng trưởng GDP cao hơn dẫn đến đầu tư bổ sung và do đó tạo ra việc làm cao hơn so với mức cơ bản. Từ đó góp phần giảm tỷ lệ thất nghiệp dài hạn. Các kết quả mô phỏng chi tiết được trình bày trong các hình 3.14 đến 3.17.

Mô hình GEM cho Việt Nam dự báo tổng dân số đến năm 2030. Đến năm 2030, tổng dân số dự kiến đạt 104,1 triệu người theo cả kịch bản cơ sở (BAU) và kịch bản giảm nhẹ (GE). Sự phát triển dự kiến cho tổng dân số của Việt Nam, trong kịch bản BAU và GE, được trình bày trong Hình 3.14.

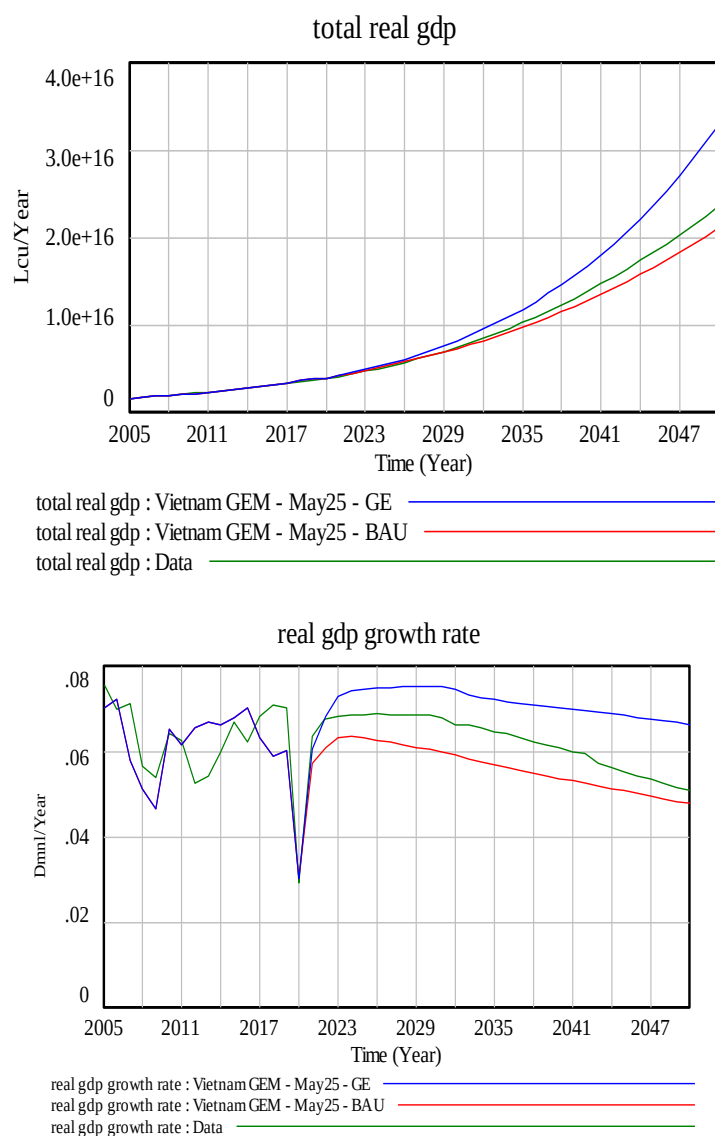


Hình 3.14. Tổng dân số Việt Nam dự báo đến năm 2050

Ghi chú: population: dân số

Sự phát triển của tổng GDP thực tế của Việt Nam và tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản BAU và GE được trình bày trong Hình 3.15, so với dữ liệu lịch sử. Các giải pháp giảm nhẹ dự kiến trong kịch bản GE góp phần giảm phát thải và giảm chi phí năng lượng, tạo ra tăng trưởng kinh tế cao hơn và GDP cao hơn so với kịch bản BAU tương ứng. Trong kịch bản BAU, tổng GDP thực tế dự kiến tăng từ 3,91 nghìn tỷ đồng vào năm 2020 lên 7.293 nghìn tỷ đồng vào

năm 2030. Tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản cơ sở trung bình là 6,1% trong giai đoạn 2020 đến 2030. Trong kịch bản của GE, tổng GDP thực tế tăng lên 8.166 nghìn tỷ đồng vào năm 2030, cao hơn 12% so với BAU. Từ năm 2020 đến năm 2030, tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản GE trung bình là 7,2%, cao hơn 0,9% so với kịch bản BAU.

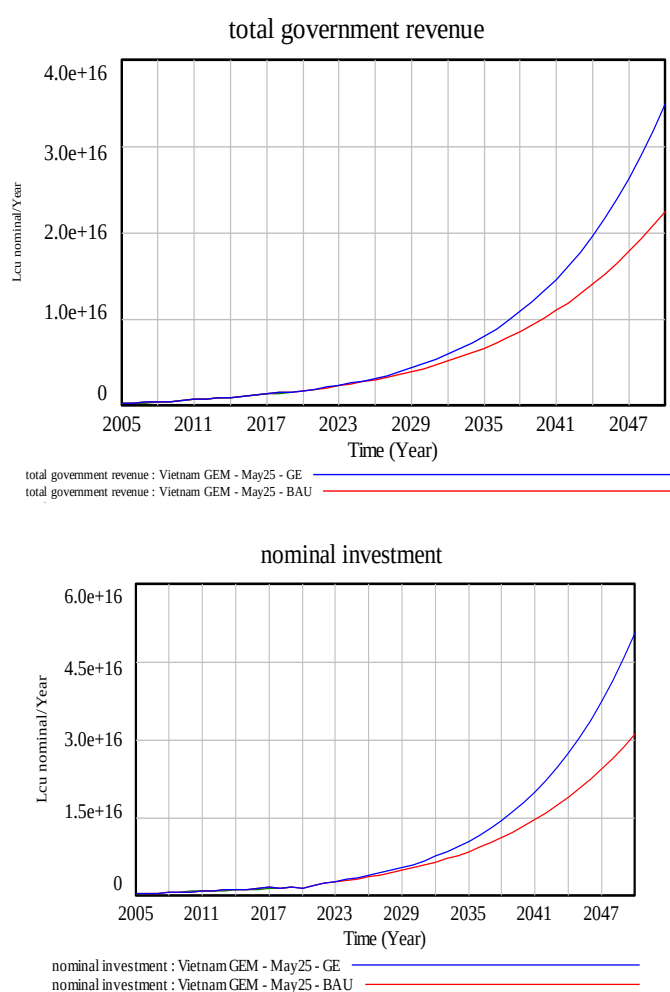


Hình 3.15. Tổng GDP thực tế và tốc độ tăng trưởng GDP thực tế

Ghi chú: total real gdp: tổng GDP thực tế; Real GDP growth rate: tỷ lệ gia tăng GDP thực tế

GDP tăng thêm dẫn đến tăng thu nhập của chính phủ và tổng đầu tư. Tổng quan về tổng thu nhập của chính phủ và các khoản đầu tư danh nghĩa trong kịch

bản BAU và GE được trình bày trong Hình 3.16. Trong kịch bản cơ sở, doanh thu của chính phủ tăng lên 4.256 nghìn tỷ đồng vào năm 2030. Tổng thu của Chính phủ trong kịch bản GE là dự kiến cao hơn 12% vào năm 2030 (+ 509,4 nghìn tỷ đồng) so với kịch bản BAU. Xu hướng tương tự cũng được quan sát thấy đối với các khoản đầu tư danh nghĩa trong kịch bản GE, cao hơn 13,5% vào năm 2030 so với kịch bản cơ sở. Các khoản đầu tư danh nghĩa trong kịch bản BAU tăng từ khoảng 1.388 nghìn tỷ đồng vào năm 2030.



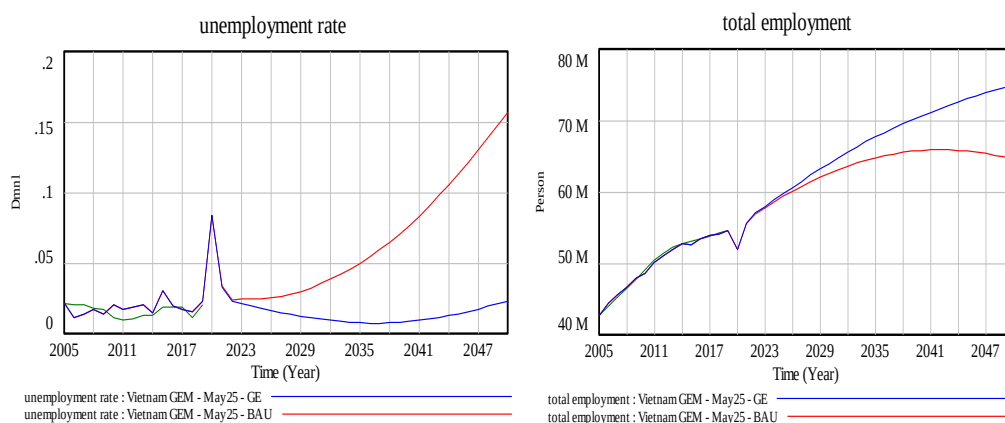
Hình 3.16. Tổng quan về tổng thu nhập của chính phủ và các khoản đầu tư

Ghi chú: total govement revenue: doanh thu chính phủ; noninal ivestment: các khoản đầu tư

Như đã mô tả ở trên, việc thực hiện các can thiệp phát triển carbon thấp dẫn đến giảm chi tiêu năng lượng và phát thải, cả hai đều tạo điều kiện cho tăng

trưởng kinh tế so với kịch bản BAU. Tăng trưởng GDP cao hơn dẫn đến đầu tư bổ sung và do đó tạo ra việc làm cao hơn so với mức cơ bản. Tạo việc làm cao hơn trong kịch bản GE góp phần giảm tỷ lệ thất nghiệp dài hạn. Trong kịch bản BAU, việc làm tăng từ khoảng 51,97 triệu việc làm vào năm 2020 lên khoảng 62,59 triệu việc làm vào năm 2030. Việc thực hiện các biện pháp can thiệp carbon thấp góp phần tạo thêm khoảng 1,39 triệu việc làm trong kịch bản GE (+ 2,2% so với BAU).

Việc làm thêm được tạo ra do các biện pháp can thiệp carbon thấp góp phần giảm tỷ lệ thất nghiệp. Trong khi tỷ lệ thất nghiệp trong đường cơ sở tăng lên 3,2% vào năm 2030, tỷ lệ thất nghiệp trong kịch bản GE giảm nhanh hơn so với đường cơ sở, với tỷ lệ thất nghiệp lần lượt là 1,1% vào năm 2030. Tổng số việc làm và tỷ lệ thất nghiệp của Việt Nam trong kịch bản BAU và GE được trình bày trong Hình 3.17 dưới đây.



Hình 3.17. Tổng số việc làm và tỷ lệ thất nghiệp

Ghi chú: total employment: tổng việc làm; unemployment rate: tỷ lệ thất nghiệp

Tiểu kết chương 3

- Bằng việc thực hiện các phương pháp nghiên cứu đó là: phương pháp khảo sát, thu thập tài liệu, số liệu; phương pháp đo đạc phát thải KNK; Phương pháp

tổng hợp, phân tích tài liệu, số liệu; phương pháp tính toán hệ số phát thải KNK với các nguồn số liệu thu thập và thực đo tại địa bàn nghiên cứu là Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên. Luận án đã tính toán được hệ số phát thải quá trình đốt nhiên liệu theo công nghệ BOF là 0,89 tCO₂td/tấn thép và HSPT cho quá trình phi năng lượng của công nghệ EAF là 0,1 tCO₂td/tấn thép. HSPT KNK tổng cho công nghệ BOF là khoảng 2,63 tCO₂td/tấn. Hệ số phát thải KNK trung bình của công nghệ EAF xác định được là khoảng 0,14 tCO₂td/tấn thép.

- Đối với kịch bản phát thải KNK, Luận án dự báo về sản lượng thép theo các công nghệ BOF và EAF, ước tính được phát thải KNK theo kịch bản cơ sở (BAU) – là kịch bản với giả định không có thêm giải pháp/can thiệp nào mới nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK. Theo đó, phát thải KNK từ kịch bản cơ sở sẽ tăng nhanh chóng gấp hai lần từ hơn 26,7 triệu tCO₂td vào năm 2019 lên đến hơn 64 triệu tCO₂td vào năm 2030. Trong đó, phát thải KNK từ công nghệ sản xuất thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF) ngày càng gia tăng và chiếm tỉ trọng chính với khoảng 98% vào năm 2030. Trong khi đó, phát thải KNK từ công nghệ sản xuất thép bằng lò điện (EAF) giữ mức ổn định với tỉ trọng khoảng 2% vào năm 2030. Có thể nhận thấy, để hướng đến mục tiêu giảm phát thải KNK và tăng trưởng xanh cho ngành thép, cần chú trọng vào các giải pháp/can thiệp cho hoạt động sản xuất thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF). Bên cạnh đó, luận án đã xác định được tiềm năng giảm phát thải KNK của các giải pháp/can thiệp đối với các công nghệ sản xuất thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF) và lò điện (EAF). Các giải pháp được chia làm 03 nhóm chính: (i) Tiết kiệm năng lượng; (ii) Sử dụng năng lượng tái tạo; và (iii) Sử dụng nhiên liệu sinh học. Với giả định áp dụng trên quy mô 100% cho ngành thép, tiềm năng giảm phát thải KNK vào năm 2030 là khoảng 18,5 triệu tCO₂td. Trong đó, tiềm năng giảm của công nghệ BOF gấp gần hai lần so với tiềm năng giảm của công nghệ EAF (12,4 triệu tCO₂td so với 6,1 triệu tCO₂td).

- Đối với đánh giá tác động của các giải pháp giảm nhẹ đến một số tác động chính lên các khía cạnh kinh tế, xã hội, môi trường như sau:

Về kinh tế vĩ mô: Kết quả cho thấy. Sự phát triển của tổng GDP thực tế của Việt Nam và tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản BAU và kinh tế xanh (GE) so với dữ liệu lịch sử. Các giải pháp giảm nhẹ dự kiến trong kịch bản GE góp phần giảm phát thải và giảm chi phí năng lượng, tạo ra tăng trưởng kinh tế cao hơn và GDP cao hơn so với kịch bản BAU tương ứng. Tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản cơ sở trung bình là 6,1% trong giai đoạn 2020 đến 2030. Trong kịch bản của GE, tổng GDP thực tế tăng lên 12% vào năm 2030 so với BAU. Từ năm 2020 đến năm 2030, tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản GE trung bình là 7,2%, cao hơn 0,9% so với kịch bản BAU.

Về xã hội: việc thực hiện các can thiệp phát triển carbon thấp dẫn đến giảm chi tiêu năng lượng và phát thải, cả hai đều tạo điều kiện cho tăng trưởng kinh tế so với kịch bản BAU. Tăng trưởng GDP cao hơn dẫn đến đầu tư bổ sung và tạo ra việc làm cao hơn so với mức cơ bản. Tạo việc làm cao hơn trong kịch bản GE góp phần giảm tỷ lệ thất nghiệp dài hạn. Trong kịch bản BAU, việc làm tăng từ khoảng 51,97 triệu việc làm vào năm 2020 lên khoảng 62,59 việc làm vào năm 2030. Việc thực hiện các biện pháp can thiệp carbon thấp góp phần tạo thêm khoảng 1,39 triệu việc làm trong kịch bản GE (+ 2,2% so với BAU).

Đối với nội dung và kết quả đánh giá tác động kinh tế - xã hội do hạn chế điều kiện thời gian và nguồn lực nên luận án đưa ra các kết quả mang tính khái quát, đại diện nhất về tác động của các kịch bản phát thải KNK.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu, các mục tiêu đề ra trong Luận án cơ bản đã đạt được như sau:

- Đối với mục tiêu số 1 về Xác định được phương pháp xây dựng hệ số phát thải KNK đặc trưng cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam, Luận đã tiến hành đo đạc và quan trắc phát thải KNK tại các công đoạn sản xuất tại Nhà máy Gang thép Thái Nguyên. Trên cơ sở các số liệu đo đạc, Luận án đã xác định được hệ số phát thải cho quá trình tiêu thụ nhiên liệu của loại hình công nghệ sản xuất thép bằng lò cao - lò chuyển (BOF) và lò điện (EAF). Hệ số phát thải KNK cho công nghệ BOF là 2,63 tCO₂td/tấn thép, Hệ số phát thải KNK cho công nghệ EAF là 0,14 tCO₂td/tấn thép. Kết quả này của Luận án đã chứng minh được Luận điểm 1 và thực hiện được mục tiêu 1 đề ra của Luận án đề ra.

- Với mục tiêu số 2 về Xây dựng và đánh giá được tác động được các kịch bản phát thải KNK cho hoạt động sản xuất thép ở Việt Nam. Kết hợp với số liệu dự báo về sản lượng thép theo các công nghệ nói trên ở Việt Nam, luận án đã xây dựng được kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam. Cụ thể, luận án đã ước tính được phát thải KNK theo kịch bản cơ sở (BAU) – là kịch bản với giả định không có thêm giải pháp/can thiệp nào mới nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải KNK. Theo đó, phát thải KNK từ kịch bản cơ sở sẽ tăng nhanh chóng hơn gấp hai lần (từ hơn 26,7 triệu tCO₂td vào năm 2019 lên đến hơn 64 triệu tCO₂td vào năm 2030). Trong đó, phát thải KNK từ công nghệ sản xuất thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF) ngày càng gia tăng và chiếm tỉ trọng chính với khoảng 91,5% vào năm. Phát thải KNK từ công nghệ sản xuất thép bằng lò điện (EAF) giữ mức ổn định với tỉ trọng khoảng 8,5% vào năm 2030. Có thể nhận thấy, để hướng đến mục tiêu giảm phát thải KNK và tăng trưởng xanh cho ngành thép, cần chú trọng vào các giải pháp/can thiệp cho hoạt động sản xuất

thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF). Bên cạnh đó, luận án đã xác định được tiềm năng giảm phát thải KNK của các giải pháp/can thiệp đối với các công nghệ sản xuất thép bằng lò cao – lò chuyển (BOF) và lò điện (EAF). Các giải pháp được chia làm 03 nhóm chính: (i) Tiết kiệm năng lượng; (ii) Sử dụng năng lượng tái tạo; và (iii) Sử dụng nhiên liệu sinh học. Với giả định áp dụng trên quy mô 100% cho ngành thép, tiềm năng giảm phát thải KNK vào năm 2030 là khoảng 18,5 triệu tCO₂td. Trong đó, tiềm năng giảm của công nghệ BOF gấp gần hai lần so với tiềm năng giảm của công nghệ EAF (12,4 triệu tCO₂td so với 6,1 triệu tCO₂td). Các kết quả của Luận án đã chứng minh được Luận điểm 2 và thực hiện được một phần mục tiêu 2 về xây dựng được kịch bản giảm phát thải KNK cho lĩnh vực sản xuất thép dựa trên hệ số phát thải tìm được.

Luận án cũng đã đánh giá được tác động của các giải pháp giảm nhẹ đến một số tác động chính lên các khía cạnh kinh tế, xã hội, môi trường như sau:

- Về kinh tế vĩ mô: Kết quả cho thấy sự phát triển của tổng GDP thực tế của Việt Nam và tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản BAU và kinh tế xanh (GE) so với dữ liệu lịch sử. Các giải pháp giảm nhẹ dự kiến trong kịch bản GE góp phần giảm phát thải và giảm chi phí năng lượng, tạo ra tăng trưởng kinh tế cao hơn và GDP cao hơn so với kịch bản BAU tương ứng. Trong kịch bản BAU, tổng GDP thực tế dự kiến tăng từ 3,91 nghìn tỷ đồng vào năm 2020 lên 7.293 nghìn tỷ đồng vào năm 2030. Tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản cơ sở trung bình là 6,1% trong giai đoạn 2020 đến 2030. Trong kịch bản của GE, tổng GDP thực tế tăng lên 8.166 nghìn tỷ đồng vào năm 2030 và 33.037 nghìn tỷ đồng vào năm 2050, cao hơn lần lượt 12% vào năm 2030 so với BAU. Từ năm 2020 đến năm 2030, tốc độ tăng trưởng GDP thực tế trong kịch bản GE trung bình là 7,2%, cao hơn 0,9% so với kịch bản BAU.

- Về xã hội: việc thực hiện các can thiệp phát triển carbon thấp dẫn đến giảm chi tiêu năng lượng và phát thải, cả hai đều tạo điều kiện cho tăng trưởng

kinh tế so với kịch bản BAU. Tăng trưởng GDP cao hơn dẫn đến đầu tư bổ sung và tạo ra việc làm cao hơn so với mức cơ bản. Tạo việc làm cao hơn trong kịch bản GE góp phần giảm tỷ lệ thất nghiệp dài hạn. Trong kịch bản BAU, việc làm tăng từ khoảng 51,97 triệu việc làm vào năm 2020 lên khoảng 62,59 việc làm vào năm 2030. Việc thực hiện các biện pháp can thiệp carbon thấp góp phần gia tăng khoảng 2,2% việc làm trong kịch bản GE so với BAU).

Như vậy, Luận án đã hoàn thành được các mục tiêu đã đề ra, chứng minh được các Luận điểm của Luận án là có cơ sở và đảm bảo mức độ chính xác nhất định, từ đó đóng góp được các tính mới về cả khoa học lẫn thực tiễn như đã đề ra. Các kết quả của Luận án có thể được sử dụng để giúp cho việc kiểm kê, đánh giá tiềm năng giảm phát thải, xây dựng kịch bản phát thải KNK có độ chính xác cao hơn, phù hợp với điều kiện Việt Nam, giúp cho các nhà quản lý trong lĩnh vực sản xuất thép và các nhà quản lý về BĐKH xác định được các lộ trình để vừa giảm phát thải KNK hiệu quả và vừa đảm bảo phát triển bền vững. Thêm vào đó, với các hệ số phát thải được xác định riêng cho ngành sản xuất thép ở Việt Nam, khi thị trường carbon đi vào hoạt động sẽ mang lại lợi ích trong việc xác định được các tín chỉ carbon một cách rõ ràng và công bằng hơn.

Kiến nghị

Trong khuôn khổ một luận án Tiến sĩ, do nguồn lực và thời gian hạn chế, NCS mới chỉ có thể thực hiện quan trắc đo đạc phát thải KNK tại 01 nhà máy sản xuất thép, chưa thực hiện quan trắc đo đạc được tất cả các nhà máy sản xuất thép ở Việt Nam với điều kiện công nghệ và loại hình sản xuất khác, như sử dụng công nghệ Lò cảm ứng (IF), đồng thời việc tính toán hệ số phát thải cho quá trình phi năng lượng của lĩnh vực sản xuất thép vẫn phụ thuộc vào hướng dẫn của IPCC bởi vậy hệ số phát thải tìm được có thể chưa có độ chính xác cao nhất cho lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam, bởi vậy việc xây dựng kịch bản giảm phát thải cho lĩnh vực thép ở Việt Nam sẽ có độ sai số nhất định so với thực tiễn. Để khắc

phục các hạn chế của Luận án và định hướng các bước nghiên cứu tiếp theo, Nghiên cứu sinh đề xuất các kiến nghị như sau:

- Tiếp tục hướng nghiên cứu của Luận án, thực hiện quan trắc và đo đạc tại tất cả các nhà máy sản xuất thép tại Việt Nam, đặc biệt các nhà máy có sử dụng công nghệ IF.

- Hiện nay, các hệ số phát thải phi năng lượng cho lĩnh vực sản xuất thép vẫn phải sử dụng hệ số mặc định của IPCC, hiện chưa có nghiên cứu nào ở Việt Nam để xác định hệ số này. Bởi vậy, trong thời gian tới cần nghiên cứu xác định hệ số phát thải phi năng lượng cho các nhà máy sản xuất thép ở Việt Nam nhằm thay cho các hệ số mặc định được hướng dẫn bởi IPCC.

- Hiện nay trên thế giới đang phát triển một số loại hình công nghệ sản xuất thép mới là hoàn nguyên nấu chảy – lò chuyển ôxy – đúc liên tục và hoàn nguyên trực tiếp – lò điện hồ quang – đúc liên tục, bởi vậy cần phải có các nghiên cứu cho các công nghệ này nếu được ứng dụng tại Việt Nam trong thời gian tới.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU

1. Đoàn Thị Thanh Bình, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa, Trần Đức Văn (2023), “*Nghiên cứu xác định hệ số phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam*”, Tạp chí Khoa học Biến đổi khí hậu, Số 26-Tháng 6/2023; tr19-29.
2. Đoàn Thị Thanh Bình, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa (2023), “*Nghiên cứu tổng quan và đánh giá hiện trạng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép tại nhà máy gang thép Thái Nguyên*”, Tạp chí Phát triển bền vững Vùng, Số 2 - Tháng 6/2023; tr 139-148.
3. Đoàn Thị Thanh Bình, Đỗ Tiến Anh, Nguyễn Thị Liễu, Vương Xuân Hòa (2023), “*Nghiên cứu xây dựng kịch bản giảm phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực sản xuất thép Việt Nam*”, Tạp chí Phát triển bền vững Vùng, Số 3- Tháng 9/2023, tr 95-103.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2003), *Thông báo Quốc gia lần thứ nhất cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Thông báo Quốc gia lần thứ hai cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Thông báo Quốc gia lần thứ ba cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
4. . Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), *Báo cáo kiểm kê quốc gia KNK năm 2005*, Dự án “Tăng cường năng lực kiểm kê quốc gia KNK tại Việt Nam”.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2014), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ nhất của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2017), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ hai của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Báo cáo cập nhật hai năm một lần lần thứ ba của Việt Nam gửi Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
8. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), *Báo cáo đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC)*. Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội.
9. Bộ Công thương (2020), *Dự án Sẵn sàng tham gia thị trường carbon ở Việt Nam (VNPMR).CS 2.2: Thí điểm Dự án NAMA được cấp tín chỉ, đề xuất công cụ định giá Carbon và lộ trình áp dụng các công cụ dựa trên thị trường trong ngành Thép*, Hà Nội

10. Bộ Công thương và Bộ Giáo dục và Đào tạo (2008), *Tài liệu hướng dẫn sản xuất sạch hơn*, Hà Nội
11. Bộ Kế hoạch và Đầu tư (2021), *Báo cáo thuyết minh Chiến lược quốc gia về TTX giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn 2050*, Hà Nội
12. Công ty cổ phần gang thép Thái Nguyên (2020), *Báo cáo công tác bảo vệ môi trường 2015-2029*, Hà Nội
13. JICA (2017), *Cấp thành phố tài liệu hướng dẫn kiểm kê KNK. Trong phạm vi dự án Hợp tác kỹ thuật của JICA “Hỗ trợ lên kế hoạch và thực hiện các hành động giảm nhẹ phát thải KNK phù hợp với điều kiện quốc gia”*.
14. Nguyễn Việt Thắng (2010), *Xây dựng bộ hệ số phát thải cho các nguồn dân sinh sử dụng nhiên liệu sinh khối*, Luận văn thạc sĩ khoa học kỹ thuật môi trường, Viện Khoa học và Công nghệ môi trường, Trường ĐH Bách Khoa Hà Nội.
15. Nghiêm Gia và Vũ Trường Xuân (2014), *Đề xuất giải pháp nhằm giảm phát thải KNK trong quá trình sản xuất gang thép ở Việt Nam*, Môi trường, số 7: 42 – 44. ISN.1859-042X.
16. Ngô Trí Phúc và Bùi Anh Hòa (2013), *Giáo trình luyện thép lò thổi oxy*. Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
17. Trần Xuân Trường (2020), *Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải KNK và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải KNK đối với ngành công nghiệp luyện kim*, Thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016 -2020, mã số BĐKH/16-20, Hà Nội
18. Tổng cục Thống kê (2015), *Niên giám thống kê 2019*, Hà Nội
19. Tổng cục Thống kê (2018), *Niên giám thống kê 2018*, Hà Nội
20. Tổng cục Thống kê (2017), *Niên giám thống kê 2017*, Hà Nội
21. Tổng cục Thống kê (2016), *Niên giám thống kê 2016*, Hà Nội
22. Tổng cục Thống kê (2015), *Niên giám thống kê 2015*, Hà Nội
23. Tổng cục Thống kê (2014), *Niên giám thống kê 2014*, Hà Nội

24. Tổng công ty Thép Việt Nam (2018), *Số liệu thép đến năm 2019*, Hà Nội
25. Thủ tướng chính phủ (2021), *Quyết định số 1658/QĐ-TTg, ngày 01/10/2021 phê duyệt Chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050*, Hà Nội
26. Thủ tướng chính phủ (2022), *Quyết định số 896/QĐ-TTg ngày 26/7/2022 của Thủ tướng chính phủ phê duyệt “Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu giai đoạn đến năm 2050”*, Hà Nội
27. Viện Sinh thái và Môi trường (EEI), Viện Tài nguyên thế giới (WRI), Tổ chức Phát triển Hà Lan SNV và KnowledgeSRL (2020), *Nghiên cứu lồng ghép các mục tiêu và giải pháp của NDC vào kế hoạch phát triển ở cấp địa phương*, Hà Nội

Tiếng Anh

28. Arens, M., Worrell, E., Eichhammer, W., Hasanbeigi, A., Zhang, Q., (2017), *Pathways to a low-carbon iron and steel industry in the medium-term – the case of Germany. J. Clean. Prod.* 163, 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.097>.
29. Benavides, Kali and Gurgel, Angelo C. and Morris, Jennifer and Mignone, Bryan and Chapman, Bryan and Kheshgi, Haroon and Herzog, Howard and Paltsev, Sergey (2022), *Emission Mitigation in the Global Steel Industry: Representing CCS and Hydrogen Options in Integrated Assessment Modeling*, Proceedings of the 16th Greenhouse Gas Control Technologies Conference (GHGT-16) 23-24 Oct 2022, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4271699> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4271699>.
30. Carina, H., Tobias, N., Bernhard, S., Arnold, T., Sonja, S., (2022), *Decarbonization scenario for the iron and steel industry in context of a sectoral carbon budget: Germany as a case study*, Journal of Cleaner Production, 380, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134846>.
31. Dr. Andrea M. Bassi, Mr. Georg Pallaske, Mr. Marco Guzzetti (2021), *Overview of results using the Vietnam provincial Green Economy Model*

32. De Coninck, H., Revi, A., Babiker, M., Bertoldi, P., Buckeridge, M., Cartwright, A., Dong, W., Ford, J., Fuss, S., Hourcade, J.-C., Mechler, R., Newman, P., Revokatova, A., Schultz, S., Steg, L., Sugiyama, T., (2018), *Strengthening and Implementing the Global Response. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. IPCC-The Intergovernmental Panel on Climate Change.
33. ESCAP and IGCE (2021), *Methodologies for GHG emissions inventories and Paris Agreement Reporting: A practical handbook*.
34. Manfred Fishedick, M., Marzinkowski, J., Winzer, P., Weigel, M., (2014), *Techno-economic evaluation of innovative steel production technologies*. *J. Clean. Prod.* Journal of Cleaner Production, Volume 84, 1 December 2014, Pages 563-580
35. Hasanbeigi, A., Arens, M., Price, L., (2014), *Alternative emerging ironmaking technologies for energy-efficiency and carbon dioxide emissions reduction: a technical review*. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 33, 645–658. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.031>.
36. Hasanbeigi, A., (2023), *Steel climate impact: an international benchmarking of energy and CO₂ intensities*. *Global Efficiency Intelligence*. Florida, United States.
37. He, H., Guan, H., Zhu, X., Lee, H., (2017), *Assessment on the energy flow and carbon emissions of integrated steelmaking plants*, *Energy report*, Vol. 3, 29 – 36.
38. Hu, J.W., Gao, F., Wang, Z.H., Gong, X.Z., (2014), *Life Cycle Assessment of Steel Production*. *Materials Science Forum*, 787: 102 – 105, DOI:10.4028/www.scientific.net/MSF.787.102.
39. Hasanbeigi, A., Lu, H., Zhou, N. (2023), *Net-Zero Roadmap for Chinese Steel Industry*. Lawrence Berkeley National Laboratory, and Global Efficiency Intelligence. LBNL-2001506.

40. IEA, (2022), *Iron and steel: tracking report*. Available at: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>, last accessed 19 June 2023.
41. IEA (2020b), *Global CO₂ emissions in 2019*. Available at: <https://www.iea.org/articles/global-co2-emissions-in-2019>.
42. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
43. ISO (2006a), *ISO 14040: Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework*
44. ISO (2006b), *ISO 14044: Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines*.
45. ISO (2013), *ISO/TS 14067: Greenhouse gases - Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification and communication*. 1631. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.110>.
46. Lord, M., (2018), *Zero Carbon Industry Plan: Electrifying Industry*, Retrieved 09/13/2021. <https://bze.org.au/wp-content/uploads/2020/12/electrifying-industry-ze-report-2018.pdf>.
47. Lavelaine, H., (2019), *SIDERWIN project: electrification of primary steel production for direct CO₂ emission avoidance*, METEC, 2019.
48. Lechtenböhrmer, S., Nilsson, L.J., Åhman, M., Schneider, C., (2016), *Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification – implications for future EU electricity demand*. Energy 115, 1623–1631. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.110>
49. Madeddu, S., Ueckerdt, F., Pehl, M., Peterseim, J., Lord, M., Kumar, K.A., Krüger, C., Luderer, G., (2020), *The CO₂ reduction potential for the European industry via direct electrification of heat supply (power-to-heat)*. Environ. Res. Lett. 15 (12) <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abbd02>.

50. Moya, J.A., Pardo, N., (2013), *The potential for improvements in energy efficiency and CO₂ emissions in the EU27 iron and steel industry under different payback periods*. J. Clean. Prod. 52, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.028>
51. Otto, A., Robinius, M., Grube, T., Schiebahn, S., Praktiknjo, A., Stolten, D., (2017), *Power-to-Steel: reducing CO₂ through the integration of renewable energy and hydrogen into the German steel industry*. Energies 10 (4). <https://doi.org/10.3390/en10040451>.
52. Philibert, C., (2017), *Renewable Energy for Industry: from Green Energy to Green Materials and Fuels*, Retrieved. <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-for-industry>. (Accessed 13 September 2021).
53. Pinto, Raphael Guimarães D. & Szklo, Alexandre S. & Rathmann, Regis, (2018), *CO₂ emissions mitigation strategy in the Brazilian iron and steel sector—From structural to intensity effects*, Energy Policy, Elsevier, vol. 114(C), pages 380-393.
54. Ryan, N.A., Miller, S.A., Skerlos, S.J., Cooper, D.R., (2020), *Reducing CO₂ emissions from U.S. Steel consumption by 70% by 2050*, Environ. Sci. Technol. 54 (22), 14598–14608. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04321>.
55. Suer, J., Traverso, M., Jager, N., (2022), *Review of Life Cycle Assessment for Steel and Environmental Analysis of Future Steel Production Scenarios*, Sustainability, 14 (21), 14131; <https://doi.org/10.3390/su142114131>.
56. Tian, S., Jiang, J., Zhang, Z., Manovic, V., (2018), *Inherent potential of steelmaking to contribute to decarbonisation targets via industrial carbon capture and storage*, Nat. Commun. 9, 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06886-8>
57. Tong, D., Zhang, Q., Zheng, Y., Caldeira, K., Shearer, C., Hong, C., Qin, Y., Davis, S.J.J.N., (2019), *Committed Emissions from Existing Energy Infrastructure Jeopardize 1.5° C, Climate Target*, Nature 572, pp. 373–377. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1364-3>.

58. Vogl, V., Åhman, M., Nilsson, L.J., (2018), *Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking*. J. Clean. Prod. 203, 736–745. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.279>.
59. Weigel, M., Fishedick, M., Marzinkowski, J., Winzer, P., (2016), *Multicriteria analysis of primary steelmaking technologies*. J. Clean. Prod. 112, 1064–1076. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.132>.
60. World Steel Association (2023), *World Steel in Figures 2023*, Available at: <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures-2023/>, last accessed 19 July 2023
61. WRI, C40, and ICLEI (2021), *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories*.
62. Yuan, B., Kongstein, O.E., Haarberg, G.M., (2009). *Electrowinning of iron in aqueous alkaline solution using a rotating cathode*, J. Electrochem. Soc. 156 (2), D64.
63. Zhang, X., Jiao, K., Zhang, J., Guo, Z., (2021), *A review on low carbon emissions projects of steel industry in the World*, J. Clean. Prod. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127259>.
64. Zhaoling, Li. and Tatsuya Hanaoka (2022), *Plant-level mitigation strategies could enable carbon neutrality by 2060 and reduce non-CO2 emissions in China's iron and steel sector*, One Earth 5, 932 – 943. Published by Elsevier Inc.
65. IPCC (2006), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, IGES, Japan.
66. <https://tisco.com.vn/>: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (2023), Giới thiệu chung về Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên, tại: <https://tisco.com.vn/gioi-thieu-chung.html>, truy cập ngày 9/7/2023.

Phụ lục 1: Tiềm năng giảm phát thải KNK theo các giải pháp giảm nhẹ trong lĩnh vực sản xuất thép ở Việt Nam

[illegible]

Tên giải pháp	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Lượng giảm phát thải tích lũy giai đoạn 2021 - 2030 (tCO₂td)
Phun than bột vào lò cao	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	1,595,000
Gia nhiệt trong máy cán	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	145,500	1,600,500
Lắp đặt tuabin thu hồi áp dư	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	191,000	2,101,000
Bộ điều tốc (VSD) trong sản xuất thép	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	495,000
Ứng dụng của đầu đốt oxy-nhiên liệu cho lò EAF	194,625	197,220	199,815	202,410	205,005	207,600	210,195	212,790	215,385	217,980	220,575	2,283,600
Lắp đặt Baler thủy lực để tăng mật độ thép phế liệu	194,625	197,220	199,815	202,410	205,005	207,600	210,195	212,790	215,385	217,980	220,575	2,283,600

Tên giải pháp	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Lượng giảm phát thải tích lũy giai đoạn 2021 - 2030 (tCO₂td)
Giảm thời gian nạp phế liệu	32,400	32,832	33,264	33,696	34,128	34,560	34,992	35,424	35,856	36,288	36,720	380,160
Thay thế cánh quạt bằng nhôm của tháp giải nhiệt bằng thủy tinh sợi	2,340	2,472	2,604	2,736	2,868	3,000	3,180	3,360	3,540	3,720	3,900	33,720
Hệ thống điều khiển quá trình và tự động hóa	11,895	12,566	13,237	13,908	14,579	15,250	16,165	17,080	17,995	18,910	19,825	171,410
Hâm nóng dầu nặng bằng khí thải thay điện	9,555	10,094	10,633	11,172	11,711	12,250	12,985	13,720	14,455	15,190	15,925	137,690
Giảm rò rỉ không khí máy nén khí	165,945	175,306	184,667	194,028	203,389	212,750	225,515	238,280	251,045	263,810	276,575	2,391,310
Thay đổi máy hàn ống chân không	165,945	175,306	184,667	194,028	203,389	212,750	225,515	238,280	251,045	263,810	276,575	2,391,310

Tên giải pháp	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Lượng giảm phát thải tích lũy giai đoạn 2021 - 2030 (tCO₂td)
sang kiểu trạng thái rắn												
Giải pháp sử dụng năng lượng tái tạo	3,097,500	3,138,800	3,180,100	3,221,400	3,262,700	3,304,000	3,345,300	3,386,600	3,427,900	3,469,200	3,510,500	36,344,000
Giải pháp sử dụng nhiên liệu sinh học	6,917,475	7,470,700	8,023,925	8,577,150	9,130,375	9,683,600	10,456,345	11,229,090	12,001,835	12,774,580	13,547,325	109,812,400
Tổng	12,009,305	12,629,516	13,249,727	13,869,938	14,490,149	15,110,360	15,957,387	16,804,414	17,651,441	18,498,468	19,345,495	169,616,200

Phụ lục 2. Số liệu xây dựng lộ trình giảm phát thải KNK cho lĩnh vực luyện kim:

PL2.1. Số liệu về sản lượng:

a. Sản lượng cốc: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

STT	Tên nhà máy	Sản lượng thực tế (tấn)										Sản lượng dự kiến	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2025	2030
1	Tisco						135.709	127.610	124.505	130.867	133.881		

b. Sản lượng thép thô: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

STT	Tên nhà máy	Sản lượng thực tế (tấn)										Sản lượng dự kiến		Công nghệ sản xuất			Đổi mới định hướng công nghệ
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2025	2030	EAF	BOF	OHF	
1	Tisco						354.386	402.306	454.240	652.385	709.222			X	X		

c. Sản lượng gang thổi (pig iron): Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

STT	Tên nhà máy	Sản lượng thực tế (tấn)										Sản lượng dự kiến	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2025	2030
1	Tisco						188.535	199.413	168.125	199.834	170.667		

d. Sản lượng quặng thiêu kết (sinter):

STT	Tên nhà máy	Sản lượng thực tế										Sản lượng dự kiến	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2025	2030
1	Tisco						223.429	227.822	189.419	240.590	230.607		

PL2.2. Số liệu về tiêu thụ năng lượng

a. Sản xuất gang: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

Sản xuất gang lò cao Tisco:														
Nhiên liệu	Đơn vị	Tổng tiêu thụ năng lượng thực tế trong năm hoặc bình quân trên đầu sản phẩm											Mục tiêu về tiêu thụ năng lượng dự kiến trên một đơn vị sản phẩm (đơn vị/tấn gang)	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (định mức)	2025	2030
Cốc	Kg/ Tsp											620	< 500	<400
- Lò cao số 2	“						639,80	643,00	694,23	553,7	578,5	≤600		
- Lò cao số 3	“						654,50	647,70	728,52	608,8	618,0	≤550		
Than antraxit	Kg/ Tsp													
- Lò cao số 2	“						52,20	24,50	2,20	73,5	91,6	≥90		
- Lò cao số 3	“						32,50	21,70	1,00	65,4	71,5	≥80		
Điện	Kwh/Tsp						170	167	155	158	152	140	< 130	< 120

b. Sản xuất thép: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

Sản xuất phôi thép tại Tisco														
Nhiên liệu	Đơn vị	Tổng tiêu thụ năng lượng thực tế trong năm hoặc bình quân trên đầu sản phẩm											Mục tiêu về tiêu thụ năng lượng dự kiến trên một đơn vị sản phẩm (đơn vị/tấn thép)	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2015	2030
Điện cực	Kg/ Tsp						3,21	2,97	3,20	2,890	2,305			
Điện	Kwh/ Tsp						379,0	377,0	424,44	390,8	339,3			

c. Sản xuất quặng thiêu kết: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

Tisco														
Nhiên liệu	Đơn vị	Tổng tiêu thụ năng lượng thực tế trong năm hoặc bình quân trên đầu sản phẩm											Mục tiêu về tiêu thụ năng lượng dự kiến trên một đơn vị sản phẩm (đơn vị/tấn quặng thiêu kết)	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (định mức)	2015	2030
Than cám	Kg/ Tsp											90		
Điện	Kwh/ Tsp											39		

d. Sản xuất than cốc: Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên (TISCO)

[illegible]

Phụ lục 3: Kết quả phân tích thành phần các mẫu nhiên liệu chính

PL3.1 Kết quả phân tích thành phần than Phần Mễ và than Úc nhập từ nhà máy cốc hóa

STT	Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị	Kết quả	
	Ký hiệu mẫu		Than Phần Mễ	Than Úc
1	Độ ẩm, W^p	%	12,76	9,33
2	Độ tro khô, A^k	%	10,75	10,15
3	Giá trị nhiệt lượng, Q_c^k	kcal/kg	6255	6580
4	Hàm lượng chất bốc, V^k	%	21,40	20,71
5	Hàm lượng lưu huỳnh, S^k	%	1,55	0,91
6	Hàm lượng các bon, C^k	%	69,93	71,48

PL3.2. Kết quả phân tích thành phần than Nga nhập và than cốc sản phẩm từ nhà máy cốc hóa

STT	Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị	Kết quả	
	Ký hiệu mẫu		Than Nga	Than cốc
1	Độ ẩm, W^p	%	10,16	2,65
2	Độ tro khô, A^k	%	9,0	13,43
3	Giá trị nhiệt lượng, Q_c^k	kcal/kg	6975	7140

STT	Chỉ tiêu kiểm tra	Đơn vị	Kết quả	
4	Hàm lượng chất bốc, V^k	%	29,65	1,04
5	Hàm lượng lưu huỳnh, S^k	%	1,03	0,86
6	Hàm lượng các bon, C^k	%	64,12	87,66