

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเหมืองแร่ถูกจัดให้เป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่รองรับกิจกรรมต่างๆ ของประเทศ ทั้งยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในปริมาณสูง โดยคาดว่าในแต่ละปีกลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐานจะมีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในสถานะปัจจุบันที่ทุกอุตสาหกรรมกำลังเผชิญหน้ากับวิกฤตพลังงาน รวมถึงปัญหาที่เกิดจากการใช้พลังงาน เช่น ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กล่าวคืออุตสาหกรรมพื้นฐานของประเทศถือเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดการปัญหาดังกล่าว ซึ่งตัวการสำคัญได้แก่ “ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas: GHG)” ที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก โดยมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงของอุตสาหกรรมต่างๆ จากรายงานการตรวจสอบปริมาณมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการขนส่ง ไฟฟ้า อุตสาหกรรมการผลิต ที่อยู่อาศัย ธุรกิจการค้า เกษตรกรรม ก่อสร้าง และเหมืองแร่ในปี พ.ศ.2551 พบว่ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 193,739,000 ตัน ก๊าซมีเทนจำนวน 74,000 ตัน และมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับจากปีที่ผ่านมา (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

ทั้งนี้อุตสาหกรรมเหมืองแร่ถือเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้ให้กับประเทศอย่างมหาศาล ทั้งจากการส่งออกแร่โดยตรง และเป็นแหล่งวัตถุดิบให้กับอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศ และหากกล่าวถึงอุตสาหกรรมเหมืองแร่ในประเทศไทยซึ่งมีอยู่หลายประเภท และมีอัตราการผลิตที่เกิดจากความต้องการใช้แร่คิดเป็นสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้ อุตสาหกรรมหินก่อสร้าง 72.94% อุตสาหกรรมพลังงาน (ถ่านหิน) 25.44% อุตสาหกรรมเซรามิก 1.15% และอุตสาหกรรมโลหการ (โรงถลุงแร่) 0.47% (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2551) โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ่านหินที่ถูกนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่เป็นพลังงานหลักของประเทศ โดยขั้นตอนการผลิตถ่านหินจะประกอบไปด้วยกระบวนการต่างๆ ที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเป็นผลให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นกัน ทำให้อุตสาหกรรมเหมืองถ่านหินจำเป็นต้องหาวิธีการต่างๆ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่การดำเนินงานของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ไม่สามารถพัฒนา และนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็ม

ประสิทธิภาพ ข้อจำกัดส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดการทรัพยากร กฎหมาย และระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการทำเหมืองทำให้เกิดของเสียจากการใช้พลังงานและกระบวนการผลิตแร่ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดจนลักษณะของกิจกรรมที่มีภาพลบ โดยเฉพาะด้านการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยในการทำงาน และการดำเนินการที่ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยด้านลบของอุตสาหกรรมเหมืองแร่มาโดยตลอด ทำให้ภาพลักษณ์ของกิจกรรมเหมืองแร่เป็นกิจกรรมที่ทำลายธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สร้างความเดือดร้อนต่อชุมชนใกล้เคียงเป็นหลัก โดยมีได้ตระหนักถึงประโยชน์ของอุตสาหกรรมเหมืองแร่ต่อการพัฒนาประเทศและสังคมเท่าที่ควร และอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำลังเป็นปัญหาในระดับโลก ซึ่งนานาประเทศจำเป็นต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังเพื่อหาทางแก้ไข โดยจากรายงานการประชุมสมัชชาการดำเนินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีการยืนยันถึงสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปอันเป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ รวมถึงการคาดการณ์ถึงภัยคุกคามที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การละลายของภูเขาน้ำแข็งและธารน้ำแข็ง การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในมหาสมุทร การก่อตัวรุนแรงของภัยธรรมชาติที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น เป็นต้น จากผลการประชุมดังกล่าวได้ก่อให้เกิดความร่วมมือระดับโลกขึ้น โดยกำหนดเป็นกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ซึ่งเป็นที่มาของพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) และประเทศไทยในฐานะสมาชิกกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา (Non-Annex I) ได้ตระหนักถึงความรุนแรงของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความจำเป็นในการเข้าร่วมกับประชาคมโลกในการแก้ปัญหา โดยต้องดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ตามที่ได้ให้สัตยาบันไว้และเข้าร่วมโครงการในฐานะเจ้าบ้าน โดยที่อุตสาหกรรมเหมืองแร่เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ถูกระบุให้อยู่ในกิจกรรมที่สามารถดำเนินโครงการ CDM ได้ นอกจากนั้นการดำเนินการโครงการ CDM ยังก่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าในการรักษาสิ่งแวดล้อม ช่วยลดภาวะก๊าซเรือนกระจกและให้ผลตอบแทนได้ในรูปของการขายคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) ซึ่งพิธีสารเกียวโตได้สร้างกลไกทางการตลาด โดยกำหนดให้คาร์บอนเครดิตมีลักษณะเป็นสินค้านิดหนึ่งที่สามารถมีการซื้อขายกันได้ในตลาดเฉพาะที่เรียกว่าตลาดคาร์บอน แต่จะเป็นสินค้าที่อยู่ในลักษณะเอกสิทธิ์ของปริมาณก๊าซที่ลดได้และสามารถนำไปคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซโดยรวมของแต่ละประเทศได้

ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาดำเนินงานในสถานะปัจจุบันของเหมืองถ่านหิน โดยจะศึกษาผลกระทบด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคการประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต ของการดำเนินงานเหมืองถ่าน

หิน เพื่อวิเคราะห์กรณีฐาน (Baseline) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และวิเคราะห์หาแนวทางในการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน พร้อมทั้งวิเคราะห์วิธีการในการประเมินก๊าซเรือนกระจก และระบุจุดวิกฤตที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด และรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางให้อุตสาหกรรมเหมืองแร่ได้เข้าสู่โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแร่ให้เกิดความยั่งยืนและสอดคล้องกับสถานการณ์ ทำให้อุตสาหกรรมเหมืองแร่ดำรงอยู่ได้พร้อมกับการพัฒนาและปรับเปลี่ยนภาพลักษณ์ไปในทางที่ดี เพื่อเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับการพัฒนาประเทศต่อไป

1.2 สรุปสาระสำคัญของเอกสารที่เกี่ยวข้อง

บวร (2547) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานร่วมกับผลกระทบทางสังคม และสิ่งแวดล้อมของการผลิตถ่านหินเหมืองเปิดโดยการประเมินวัฏจักรชีวิตวิธี Numerical Environmental Total Standard [NETS] และคำนวณหาต้นทุนเอ็กเทอร์นัลลิตี้ เพื่อพิจารณากระบวนการผลิตถ่านหินของเหมืองตัวอย่างในจังหวัดลำปาง โดยมี 3 กระบวนการผลิตหลัก คือ กระบวนการผลิตดินคลุมถ่านหินที่ใช้ระบบสายพานลำเลียง และระบบ Shovel&Truck กระบวนการผลิตถ่านหินใช้โรงบดย่อยถ่านหินที่ (1) และโรงบดย่อย ถ่านหินที่ (2) และกระบวนการช่วยการผลิตใช้ระบบสูบน้ำหน่วยที่ (1) และระบบสูบน้ำหน่วยที่ (2)

จากผลการวิเคราะห์พบว่า กระบวนการผลิตมีผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม 0.0531 [NETS]/ton_{coal} โดยแบ่งเป็นก๊าซมลพิษวัตถุอันตรายถ่านหิน 0.94% การใช้พลังงานเครื่องจักรกระบวนการผลิต 99.06% และกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อมน้อย ประกอบด้วยกระบวนการผลิตดินคลุมถ่านหินใช้ระบบสายพานลำเลียง กระบวนการผลิตถ่านหินใช้โรงบดย่อยถ่านหินที่ (1) และกระบวนการช่วยการผลิตใช้ระบบสูบน้ำหน่วยที่ (2) มีภาระสิ่งแวดล้อมรวม เท่ากับ 0.05095 [NETS]/ton_{coal} และผลการวิเคราะห์หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม 0.04871 [NETS]/ton_{coal} จากผลการลดของโครงการปรับปรุงกระบวนการผลิตวัตถุอันตรายถ่านหิน 0.000938 [NETS]/ton_{coal} โครงการเพิ่มความยาวของสายพาน 0.00343 [NETS]/ton_{coal} และโครงการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสูบน้ำหน่วยที่ (1) 0.00002 [NETS]/ton_{coal}

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าภาระสิ่งแวดล้อมจะแปรผันกับพลังงานที่นำมาใช้ให้กับต้นกำลังของเครื่องจักรนั้นๆ เช่น พลังงานไฟฟ้าจะใช้มากกว่าต้นกำลังที่เป็นมอเตอร์ น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลก็จะใช้กับกำลังที่เป็นเครื่องยนต์

ภิญโญ และคณะ (2547) ได้ศึกษาการประเมินวงจรชีวิตการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในโรงผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานกระดาษและเยื่อ เพื่อตรวจสอบและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดวงจรชีวิตของถ่านหิน เริ่มตั้งแต่กิจกรรมเหมืองถ่านหิน การขนส่งถ่านหิน การเผาไหม้ถ่านหินในระบบพลังงานความร้อนร่วม จนถึงการจัดการกากของเสียที่เกิดขึ้นหลังการเผาไหม้ถ่านหิน โดยใช้สมมูลสารและพลังงานในการคำนวณปริมาณการบริโภคพลังงานและทรัพยากร (ถ่านหิน น้ำ และหินปูน) รวมทั้งปริมาณมลสารทางอากาศและกากของเสียที่เกิดขึ้นทุกกระบวนการในวงจรชีวิต เพื่อประเมินว่าขั้นตอนใดของวงจรชีวิตส่งผลกระทบต่อละประเภทย่อยเพียงใด นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรต่างๆ พร้อมทั้งประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้ฐานข้อมูล SimaPro 5.1 เพื่อคัดเลือกเทคโนโลยีและแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการลดผลกระทบที่เกิดจากวงจรชีวิตการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในระบบพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานกระดาษและเยื่อที่คัดเลือกเป็นโรงงานสาธิต

ผลการคำนวณสมมูลสารและพลังงานพบว่า การเผาไหม้ถ่านหินในระบบพลังงานความร้อนร่วมเป็นกิจกรรมที่มีการบริโภคพลังงานและทรัพยากรมากที่สุดเมื่อเทียบกับกิจกรรมเหมืองและการขนส่ง นั่นคือปลดปล่อยมลสารมากที่สุดเช่นกัน ยกเว้นก๊าซมีเทนซึ่งจะถูกปลดปล่อยมากที่สุด ในกิจกรรมเหมืองถ่านหิน โดยได้เสนอแนะผลกระทบและแนวทางปรับปรุงเทคโนโลยีจำแนกตามประเภทกิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมเหมืองถ่านหิน สามารถจำแนกตามเทคโนโลยีการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ การทำเหมืองผิวดิน (Surface Mining) และการทำเหมืองใต้ดิน (Underground Mining) โดยตัวอย่างเทคโนโลยีที่นำมาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น กรณี CH_4 Emission จากข้อมูลจากต่างประเทศประกอบกับเหตุผลทางวิชาการสามารถสรุปได้ว่าการทำเหมืองใต้ดินจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าการทำเหมืองผิวดิน จากตัวอย่างเหมืองใต้ดินในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ย $4.23 \text{ gCH}_4/\text{kg of Coal (As Received)}$ ขณะที่เหมืองผิวดินปลดปล่อยเฉลี่ย $1.91 \text{ gCH}_4/\text{kg of Coal (As Received)}$ แนวทางการลดผลกระทบ คือ ลดปริมาณการปลดปล่อย (Emission Reduction) ด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซมีเทนจากชั้นถ่านหิน (Coal-Bed Methane Recovery) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2. กิจกรรมขนส่งถ่านหิน หากไม่รวมกิจกรรมเหมืองถ่านหินซึ่งมีการบริโภคไฟฟ้ามากที่สุดแล้ว ภาคขนส่งจัดว่าเป็นกิจกรรมที่บริโภคพลังงานประเภท Non Coal Energy (Oil) มากที่สุด และจะมากขึ้นตามระยะทางการขนส่ง ซึ่งจะส่งผลให้มีการปลดปล่อย SO , NO , CO และ CO_2 มากตามไปด้วย

แนวทางการลดผลกระทบ คือ การลดระยะทางการขนส่งถ่านหินรวมทั้งใช้ระบบ Mass Transportation ทดแทนการขนส่งด้วยรถบรรทุกหรือพยายามเลือกใช้แหล่งถ่านหินที่อยู่ใกล้โรงงานมากที่สุด (ทั้งนี้ต้องพิจารณาคุณภาพถ่านหินประกอบด้วย) จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นอาจสรุปได้ว่ากิจกรรมขนส่งถ่านหินเป็นกิจกรรมที่บริโภคทรัพยากรน้อยที่สุด ผลกระทบด้าน Emissions จึงค่อนข้างน้อย ขณะที่มีการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดจึงปลดปล่อย SO, NO, CO และ CO₂ ค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับกิจกรรมอื่นการลดผลกระทบในกิจกรรมขนส่งจึงมีนัยสำคัญปานกลาง

S.J. Mangena (2005) ได้ทำการประเมินวัฏจักรชีวิตของถ่านหินในเมืองถ่านหินแบบเปิด (Opencast mining) และใต้ดิน (Underground mining) และศึกษาถ่านหินที่มีคุณภาพสูง (High-grade coal) และคุณภาพต่ำ (Low-grade coal) ในแอฟริกาใต้ โดยแบ่งการศึกษาเป็น 4 กรณีศึกษา ดังนี้

1. เมืองถ่านหินแบบเปิด ที่ผลิตถ่านหินคุณภาพต่ำ (Mine A_{open-low})
2. เมืองถ่านหินแบบเปิด ที่ผลิตถ่านหินคุณภาพสูง (Mine B_{open-high})
3. เมืองถ่านหินใต้ดิน ที่ผลิตถ่านหินคุณภาพต่ำ (Mine C_{under-low})
4. เมืองถ่านหินใต้ดิน ที่ผลิตถ่านหินคุณภาพสูง (Mine D_{under-high})

ทั้งนี้ขอบเขตการศึกษาคือ กระบวนการผลิตถ่านหิน กระบวนการแต่งแร่ และกระบวนการขนส่งแร่ และใช้การวิเคราะห์ภายใต้ข้อกำหนดของ ISO14014 โดยผลการวิเคราะห์สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการทำเหมืองแต่ละชนิดที่ส่งผลให้เกิดผลกระทบด้านโลกร้อน (Global warming potential) ให้ผลดังตาราง 1.1 พบว่าการผลิตถ่านหินคุณภาพต่ำในเมืองถ่านหินแบบเปิด (Mine A_{open-low}) ทำให้เกิดผลกระทบด้านโลกร้อนมากที่สุด ซึ่งผลกระทบดังกล่าวขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว อาทิเช่น การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตถ่านหิน และการพัฒนาเทคโนโลยีในการทำเหมืองที่มีค่าใช้จ่ายสูงมากตามประสิทธิภาพของเทคโนโลยีนั้นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาเครื่องมือต่างๆ มาช่วยให้ผลกระทบเหล่านี้ลดลง เพื่อให้การพัฒนาระบบปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมเกิดความยั่งยืน

ตาราง 1.1 ค่าของผลกระทบด้านโลกร้อนที่เกิดจากการผลิตถ่านหินในเมืองแต่ละประเภท

Mining	Unit	Characterisation value	Normalisation value
Mine A _{open-low}	kg CO ₂ equivalence	9.33 x 10 ⁴	6.68 x 10 ⁻⁸
Mine B _{open-high}	kg CO ₂ equivalence	1.51 x 10 ⁵	1.08 x 10 ⁻⁷
Mine A _{under-low}	kg CO ₂ equivalence	1.50 x 10 ⁵	1.07 x 10 ⁻⁷

Mining	Unit	Characterisation value	Normalisation value
Mine A _{under-high}	kg CO ₂ equivalence	1.39 x 10 ⁵	9.96 x 10 ⁻⁸

ที่มา: S.J. Mangena, 2005

T. Norgate and N. Haque (2009) ได้ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตการดำเนินงานของเหมืองแร่เหล็ก แร่บอกไซต์ และแร่ทองแดงในประเทศออสเตรเลีย โดยพิจารณาถึงการใช้พลังงานภายในเหมือง เพื่อวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานทั้งหมด และมีการรวบรวมปริมาณการใช้พลังงานเพื่อจัดทำเป็นบัญชีรายการ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานในแต่ละกระบวนการ พบว่ากระบวนการขุดและขนในการดำเนินงานของเหมืองเหล็กและเหมืองบอกไซต์ที่ดำเนินงานแบบเหมืองผิวดินทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด ส่วนเหมืองทองแดงซึ่งดำเนินงานแบบเหมืองใต้ดิน พบว่ากระบวนการที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือกระบวนการบดแต่งแร่ โดยมีผลศึกษาของการใช้พลังงานและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการของเหมืองทั้ง 3 ชนิด ดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 พลังงานที่ใช้ในแต่ละกระบวนการและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของเหมืองทั้ง 3 ชนิดแร่

Metal ore	Energy (MJ/t ore ^a or conc. ^b)	GWP (kg CO ₂ e/ t ore ^a or conc. ^b)
Iron ore	(%)	(%)
- Drilling	1.3 (0.9)	0.1 (0.8)
- Blasting	3.3 (2.2)	0.7 (5.9)
- Loading & hauling	92.1 (60.3)	6.0 (50.5)
- Crushing & screening	23.1 (15.1)	2.5 (21.0)
- Stacking & reclaiming	4.6 (3.0)	0.5 (4.2)
- Rail transport	20.9 (13.7)	1.3 (10.9)
- Port operations	7.4 (4.8)	0.8 (6.7)
- Total	152.7	11.9
Bauxite	(%)	(%)
- Drilling	1.2 (2.2)	0.1 (2.0)
- Blasting	2.0 (3.6)	0.4 (8.2)

Metal ore	Energy (MJ/t ore^a or conc.^b)	GWP (kg CO₂e/ t ore^a or conc.^b)
- Loading & hauling	36.1 (65.8)	2.6 (53.1)
- Crushing & screening	14.7 (26.8)	1.7 (34.7)
- Beneficiation	0.9 (1.6)	0.1 (2.0)
- Total	54.9	4.9
Copper concentrate	(%)	(%)
- Drilling	720 (8.6)	30.8 (4.9)
- Blasting	43 (0.5)	9.1 (1.4)
- Loading & hauling	2059 (24.7)	88.1 (14.0)
- Ventilation	1417 (17.0)	127.0 (20.2)
- Dewatering	673 (8.1)	60.3 (9.6)
- Crushing & Grinding	3277 (39.4)	293.7 (46.8)
- Concentrating	140 (1.7)	19.2 (3.1)
- Total	8329	628.2

^a Iron ore and bauxite.

^b Copper concentrate.

ที่มา: T. Norgate and N. Haque, 2009

David Williams (1998) ได้ศึกษาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานของเหมืองถ่านหินแบบเปิด (Open-cut) และแบบเหมืองใต้ดิน (Underground) ที่ประเทศออสเตรเลียพบว่า ที่มาของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานของเหมืองถ่านหินทั้งสองประเภทมีสัดส่วนที่แตกต่างกัน ดังตาราง 1.3 กล่าวคือก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในเหมืองถ่านหินแบบเปิดมีสาเหตุจากการถูกปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม และเกิดจากการใช้พลังงานภายในเหมืองเป็นอันดับสองแต่เมื่อเทียบกับเหมืองถ่านหินแบบใต้ดินพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดก๊าซเรือนกระจกที่ต่างกัน โดยในเหมืองใต้ดินจะมีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมคิดเป็น 90% ของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในเหมืองทั้งหมด

ตาราง 1.3 ที่มาของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในเหมืองถ่านหิน ประเทศออสเตรเลีย

Greenhouse gas emission source	%CO ₂ -eq (kt) Open-cut	%CO ₂ -eq (kt) Underground
Energy consumption	36	9
Fugitive emission	50	90
Waste coal oxidation	14	<1

ที่มา: David Williams, 1998

A. David และคณะ (1995) ได้ศึกษาและรวบรวมปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากการดำเนินงานของเหมืองถ่านหินที่ประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 15% ของเหมืองทั้งหมดในประเทศ พบว่าการดำเนินงานเหมืองฝุ่ควินมีปริมาณก๊าซมีเทนจำนวน 0.000370 tons/ft²-yr ดังตาราง 1.4 โดยเหมืองฝุ่ควินตัวอย่างที่ศึกษามีจำนวน 6 เหมือง ที่มีอัตราการผลิตและพื้นที่ในการผลิตถ่านหินที่แตกต่างกัน แต่การศึกษานี้ศึกษาเพียงก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมิได้พิจารณาถึงผลกระทบก๊าซชนิดอื่นๆ ที่เกิดจากการดำเนินงาน

ตาราง 1.4 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากการดำเนินงานของเหมืองถ่านหินตัวอย่างในประเทศสหรัฐอเมริกา

เหมือง	Coal Production (10 ⁶ tons/yr)	Methane Emissions (tons/yr)	Exposed Area (ft ²)	Methane Emission Factor (tons/ft ² -yr)
A	14.00	1,354	3,089,429	0.000438
B	16.0	1,253	3,389,056	0.000370
C	9.90	786	1,911,686	0.000411
D	15.30	1,369	3,203,366	0.000427
E	1.20	43	129,168	0.000333
F	0.24	5	21,500	0.000241
Average	-	-	-	0.000370

ที่มา: A. David และคณะ, 1995

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า การดำเนินงานของเหมืองแร่แต่ละประเภทมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แตกต่างกันแม้ว่าจะเป็นเหมืองแร่ชนิดเดียวกันก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการดำเนินงานของแต่ละเหมืองแตกต่างกัน ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเหมืองถ่านหินในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็นเพียงการศึกษาก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานที่เกิดจากส่วนต่างๆ ของเหมือง ไม่ได้ทำการพิจารณาปริมาณก๊าซเรือนกระจกตามกระบวนการผลิตจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะทำการรวบรวมการดำเนินงานของเหมืองถ่านหิน รวมไปถึงองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีผลทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกเพื่อวิเคราะห์เป็นกรณีฐานในการดำเนินงานของเหมืองถ่านหิน รวมถึงการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากการทำเหมืองถ่านหิน เพื่อให้ผู้ดำเนินงานตระหนักถึงก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตถ่านหิน ในเหมืองถ่านหินแบบเปิด ด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต

1.3.2 เพื่อวิเคราะห์กรณีฐานของการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดในเหมืองถ่านหิน แบบเปิด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ทราบถึงสาเหตุ และผลกระทบด้านพลังงานที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตการดำเนินงาน ในเหมืองถ่านหินแบบเปิด

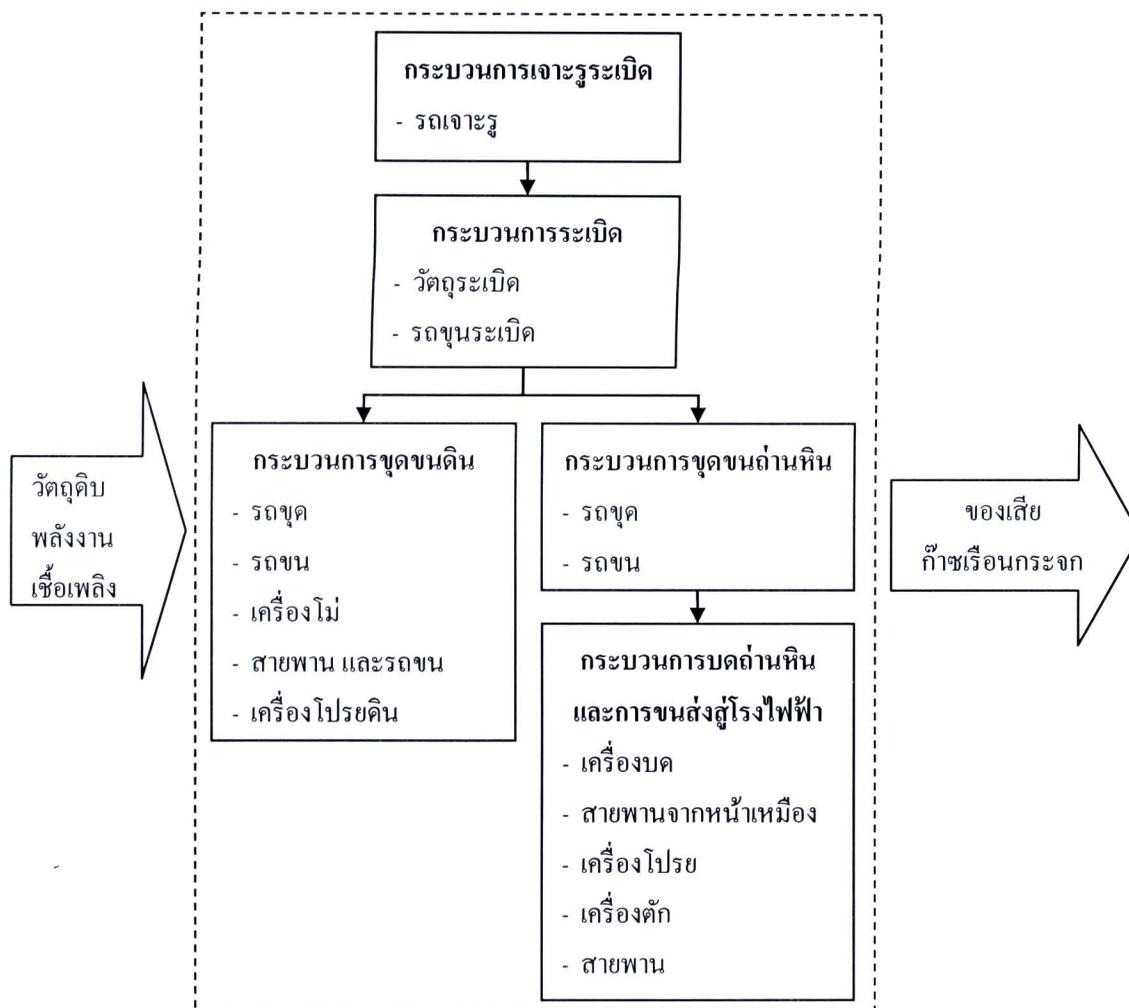
1.4.2 เป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตถ่านหิน ในเหมืองถ่านหินแบบเปิด

1.4.3 เป็นแนวทางในการทำกรณีฐานเพื่อเข้าสู่การดำเนิน โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด

1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการดำเนินงานในเหมืองถ่านหินแบบเปิด โดยการประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตเพื่อวิเคราะห์กรณีฐานกระบวนการผลิต และเป็นแนวทางในการดำเนิน โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจากการทำเหมืองเพื่อผลิตถ่านหิน โดยมีขอบเขตการศึกษาของงานวิจัย ดังนี้

1.5.1 ศึกษาผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตการผลิตถ่านหิน ซึ่งประกอบด้วย 5 กระบวนการหลัก ดังแสดงในรูป 1.1 โดยเก็บข้อมูลวัตถุดิบ ปริมาณเชื้อเพลิง ของเสียที่ถูกปล่อยออกจากกระบวนการ รวมถึงข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้จะไม่ทำการประเมินผลกระทบที่เกิดจากการสร้างสิ่งปลูกสร้างภายในเหมืองและเครื่องจักรกลที่ใช้งานภายในเหมือง เนื่องจากจัดเป็นต้นทุนคงที่ (Fixed cost) เพราะถือว่ามิผลกระทบต่อระบบน้อยกว่าผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทั้งระบบ



รูป 1.1 ขอบเขตในการศึกษาวิจัย

หน้าที่และหน่วยการทำงาน (Function and Functional unit)

ผลิตภัณฑ์: ถ่านหิน

หน้าที่: ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า

หน่วยการทำงาน: การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ต่อ 1 ตันถ่านหินต่อปี

1.5.2 เหมืองถ่านหินที่ทำการศึกษาคือเป็นเหมืองถ่านหินแบบเปิด (Open pit mine) ที่มีรายงานว่าจ้างผู้รับจ้างในการดำเนินงาน โดยมีผลการผลิตถ่านหินในปี พ.ศ.2551 จำนวน 17.7 ล้านตัน

1.5.3 ก๊าซเรือนกระจกที่ศึกษาทั้งหมดจะนำเสนอในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂-equivalent, CO₂-eq)

1.6 วิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้จะประยุกต์ความรู้ภายใต้กรอบแนวคิดของการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิค LCA เพื่อวิเคราะห์กรณีฐานของการผลิตถ่านหินในเหมืองถ่านหินแบบเปิด และเป็นแนวทางในการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน โดยมีวิธีวิจัยดังตาราง 1.5

ตาราง 1.5 วิธีวิจัยการวิเคราะห์กรณีฐานกลไกการพัฒนาที่สะอาดของอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน

ลำดับ	วิธีวิจัย	หลักการ/ทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง	ผลลัพธ์
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตถ่านหินในเหมืองถ่านหินแบบเปิด	- ทฤษฎี LCA - ทฤษฎี CDM - บทความและงานวิจัยทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง - สื่อ/สิ่งพิมพ์ต่างๆ	- องค์ความรู้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการทำการวิจัย
2	เก็บข้อมูลตามกระบวนการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน ทั้ง 5 กระบวนการหลัก	- เทคนิค LCA - วิธีการเก็บข้อมูลตามกรอบการดำเนินงานของ LCA	- ข้อมูลเชิงปริมาณการใช้ทรัพยากร และพลังงาน
3	วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของเหมืองถ่านหินแบบเปิด และวิเคราะห์หาที่มาและสาเหตุของก๊าซเรือนกระจก พร้อมทั้งยังระบุจุดวิกฤตการเกิด	- เทคนิค LCA - บทความและงานวิจัยทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	- ข้อมูลเชิงปริมาณของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ - ข้อมูลเชิงคุณภาพของสาเหตุการเกิดก๊าซเรือนกระจกในการผลิตถ่านหิน

ลำดับ	วิธีวิจัย	หลักการ/ทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง	ผลลัพธ์
	การเรือนกระจกในการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน		
3	วิเคราะห์กรณีฐานการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน	- บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	- กรณีฐานของการดำเนินงานเหมืองถ่านหินแบบเปิด
4	วิเคราะห์แนวโน้มการเกิดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตของเหมืองถ่านหินแบบเปิด	- แผนการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน - รายงานสิ่งแวดล้อม - บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง	- ข้อมูลเชิงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในอนาคต
5	วิเคราะห์แนวทางการเข้าร่วมโครงการ CDM ของเหมืองถ่านหิน	- บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง - ทฤษฎี CDM	- แนวทางการเข้าร่วมโครงการ CDM ของเหมืองถ่านหิน
6	ตรวจสอบแนวทางในการเข้าร่วมโครงการ CDM พร้อมทั้งสรุปผลรวบรวมปัญหา จัดทำรายงาน และนำเสนอ	- ข้อกำหนดของ UNFCCC และองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (TGO)	- ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และนำไปประยุกต์ใช้ต่อเนื้อได้