บรรณานุกรม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. *รายงานการตรวจติดตามผลกระทบสิ่งแวดล้อม เหมืองแร่ลิกไนต์แม่เมาะ*, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สิงหาคม 2550.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2551.*การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.egat.co.th/(25 กรกฎาคม 2552)

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 2551. *อุตสาหกรรมเหมืองแร่ในประเทศไทย*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา www.dpim.go.th (25 กรกฎาคม 2552)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. *รายงานประจำปี พ.ศ. 2551*. กระทรวงพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2552.*กลไกการพัฒนาที่สะอาด*.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www2.dede.go.th/cdm/links.htm (มิถุนายน 2552)

กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2550.*ปิโตรเลี่ยมน่ารู้:ถ่านหิน*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www2.dmf.go.th/petro_focus/coal.asp (25กรกฎาคม 2552)

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2552.*คู่มือการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด*. สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ. 2551. *Petrochemicals inlaid: coal, available online* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาhttp://www.dmf.go.th (พฤษภาคม 2553)

เกตสุดาสุประดิษฐ.*รายงานการสัมมนา เรื่อง Recent Development in Carbon Trading Market: Implications for Thailand's Financial Market*มกราคม 2552 ณ โรงแรม Pullman กรุงเทพฯ.

จิตตพงค์สระชิต. 2551.*โครงการอุตสาหกรรมเหมืองแร่ภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดและคาร์บอนเครดิตของพิธีสารเกียวโต*[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.dpim.go.th (2 มิถุนายน 2552)

ภิญโญ และคณะ 2547. *การศึกษาและประเมินวงจรชีวิตการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม*. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บวร บริบูรณ์. 2545.*การจัดการพลังงานโดยการประเมินวัฏจักรชีวิตในการผลิตถ่านหินเหมืองเปิด*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,

พันธุ์ลพ หัตถโกศล. *การทำเหมืองและการออกแบบเหมืองผิวดิน*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วีระ ตั้งวิชาชาญ. 2545.*การนำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14001 ไปใช้ในเหมืองแม่เมาะการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะ และวัสดุแห่งชาติ. 2552. *หลักการ Life Cycle Thinking Approach (LCA)* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www2.mtec.or.th/th (21สิงหาคม 2552)

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551.*โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร และองค์กรเพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.erdi.or.th/cdm/ (มิถุนายน 2552)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2550. *รายงานพลังงานของประเทศไทย2551*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.eppo.go.th/ (31 กรกฎาคม 2552)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2548. *ความรู้เกี่ยวกับถ่านหิน*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://www.eppo.go.th/ (31 กรกฎาคม 2552)

เหมืองแม่เมาะ. 2551.*เทคโนโลยีการทำเหมืองถ่านหิน*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://maemohmine.egat.co.th/index.html(2 มิถุนายน 2552)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2552. *การดำเนินโครงการ CDM ในประเทศไทย (CDM and Carbon Market)*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อัษฎาพรไกรพานนท์. 2546. *กลไกการพัฒนาที่สะอาด*. สำนักความร่วมมือด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). 2552.*คู่มือ พัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ด้านการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน*. กรุงเทพฯ.

องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). 2550. *กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM)*.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มาhttp://www.tgo.or.th/ (มิถุนายน 2552)

ChalitaLiamsanguan, Shabbir H. Gheewala 2007.*The holistic impact of integrated solid waste management on greenhouse gas emissions in Phuket*.King Mongkut's University of Technology Thonburi. Thailand.

David A Kirchgesner et al., 1995. *An Improved Inventory of Methane Emissions from Coal Mining in The United Staes.* United States Environmental Protection Agency office of Research and Development. USA.

David William. 1998.*Greenhouse Gas Emission from Australian Coal Mining.* Australia.

Govinda R. Timilsima and Ram M. Shestha. 2006.*General equilibrium effect of a supply side GHG mitigation option under the Clean Development Mechanism.* Canadian Energy Research Institute Canada.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.2007. *Climate Change.* The Scientific Basis.

Intergovernmental Panel on Climate Change 2008.*ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน.*[ระบบออนไลน์] http://www.ipcc.ch/(พฤษภาคม 2553)

LasseRingius et al.,2002.*Wind Power Project in the CDM: Methodologies and Tools for Baseline, Carbon Financing and Substainability Analysis.* RisØ National Laboratory, Roskilde, Denmark.

Ming Yang. 2009.*Climate change and energy policies, coal and coal mine methane in China.* Beijing China.

National Metal and Materials Technology Center, Thailand. 2009. *Life Cycle Thinking Approach (LCA).* available online: http://www.mtec.or.th/

SevketDurucan et al.,.*Mining life cycle modeling: A cradle-to-gate approach to environmental management in the minerals industry.* Department of Environmental Science and Technology, Imperial College, UK.

S.J. Mangena and A.C. Brent 2005.*Application of a Life Cycle Impact Assessment framework to evaluate and compare environmental performances with economic values of supplied coal products.* Life Cycle Engineering, Department of Engineering and Technology Management, University of Pretoria, South Africa.

Stephen Serea. Erik Haites and Kevin Murphy. 2009. *Analysis of technology transfer in CDM project: An update.* Margaree Consultants Toronto, Canada.

T. Norgate, N. Haque (2009). *Energy and greenhouse gas impacts of mining and mineral processing operations.* Australia.

United Nations Framework Convention on Climate Change.2009. *Clean Development Mechanism.*[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา http://cdm.unfccc.int/index.html (June2009)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การประเมินวัฏจักรชีวิต

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยใช้วิธี LCA ต้องใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ที่ประกอบด้วยข้อมูลหรือสารเข้าทั้งหมด รวมถึงข้อมูลที่ออกจากกระบวนการทำงานไม่ว่าจะเป็นมลพิษหรือของเสียที่เกิดขึ้น ทั้งนี้การเก็บรวบรวมข้อมูลต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ประกอบการ เนื่องจากการิเคราะห์ต้องใช้ข้อมูลที่ละเอียดนั้น สำหรับเนื้อหาและรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ทั้งนี้ข้อมูลและที่มาต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์จะแสดงไว้ในส่วนนี้ รวมถึงการจัดทำบัญชีรายการและค่ามาตรฐานที่นำมาประกอบการวิเคราะห์จะแสดงไว้ในบทนี้ด้วยเช่นกัน

ก1 ผลการจัดทำบัญชีรายการทั้ง 5 กระบวนการหลัก

การจัดทำบัญชีรายการดำเนินงานเหมืองถ่านหินทำให้ทราบถึงข้อมูลในแต่ละกระบวนการตลอดวัฏจักรชีวิตของการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน โดยแสดงให้เห็นถึงชนิดและปริมาณของปัจจัยที่เข้าสู่กระบวนการและปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ทั้งในส่วนของพลังงาน ปริมาณเชื้อเพลิง รวมถึงปริมาณและชนิดของสิ่งที่ออกจากกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์หรือก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น สำหรับข้อมูลทั้งหมดที่มีความสำคัญต่อการศึกษาในครั้งนี้สามารถจัดทำบัญชีรายการตามการจำแนกกระบวนการได้ ดังนี้

1) บัญชีรายการกระบวนการเจาะรูระเบิด

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินงานสามารถสรุปบัญชีปริมาณรายการสารเข้า-ออกสำหรับกระบวนการเจาะรูระเบิด ดังตาราง ก1

ตาราง ก1 บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออก ในกระบวนการเจาะรูระเบิด

Input/Output	สาร	ปริมาณ/หน่วย	หน่วย	วิธีการเก็บข้อมูล
Input	น้ำมันดีเซล	1,377,819.94	ลิตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)
Output Emission	CO_2	477,196.00	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	CH_4	5,579.32	กิโลกรัม	

2) บัญชีรายการกระบวนการระเบิด

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานในกระบวนการระเบิดสามารถสรุปบัญชีปริมาณรายการสารเข้า-ออก ดังตาราง ก2

ตาราง ก2 บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออก ในกระบวนการระเบิด

Input/Output	สาร	ปริมาณ/หน่วย	หน่วย	วิธีการเก็บข้อมูล
Input	High Explosive 2”	5,220.81	กิโลกรัม/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)
	Cast Booster 2”	3,984	นัด/ปี	
	An Prill	962,781.00	กิโลกรัม/ปี	
	Blasting Agent	175.00	กิโลกรัม/ปี	
	ICI Cap	11,699	นัด/ปี	
	ANFO	29,087,956.00	กิโลกรัม/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551) คำนวณจาก BCM
	Slurry/Water Gel	1,880,220.81	กิโลกรัม/ปี	
	น้ำมันหล่อลื่น	495,070.00	ลิตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551) ค่าจากการคำนวณ
Output	CO_2	105,727,673.98	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	CH_4	433,927.45	กิโลกรัม	
	ดินที่ระเบิดได้	4,304,957.00	BCM.	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)

หมายเหตุ: ข้อมูลข้างต้นได้จากการดำเนินงานในส่วนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งยังไม่รวมข้อมูลการใช้วัตถุดิบและพลังงานในส่วนของผู้รับเหมา แต่ปริมาณการใช้งานสามารถคำนวณได้จากค่า BCM ของเหมืองแม่เมาะ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้แล้วใน บทที่ 2

3) บัญชีรายการกระบวนการขุดขนดิน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกระบวนการขุดขนดินสามารถสรุปบัญชีปริมาณรายการสารเข้า-ออก ดังตาราง ก3

ตาราง ก3 บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออก ในกระบวนการขุดขนดิน

Input/Output	สาร	ปริมาณ/หน่วย	หน่วย	วิธีการเก็บข้อมูล
Input	น้ำมันดีเซล	18,594,062.5	ลิตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริงและผู้รับเหมา (พ.ศ. 2551) ค่าจากการคำนวณ
	พลังงานไฟฟ้า	453,039,683.0	kWh/ปี	
Output Emission	CO_2	321,736,331.41	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	CH_4	1,412,388.45	กิโลกรัม	
	SF_6	0.0014	กิโลกรัม	
Output Product	ดิน	116,900,000.00	ลูกบาศก์เมตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)

หมายเหตุ: ข้อมูลข้างต้นได้จากการดำเนินงานในส่วนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งยังไม่รวมข้อมูลการใช้วัตถุดิบและพลังงานในส่วนของผู้รับเหมา แต่ปริมาณการใช้งานสามารถคำนวณได้จากค่า BCM ของเหมืองแม่เมาะ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2

4) บัญชีรายการกระบวนการขุดขนถ่านหิน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกระบวนการขุดขนถ่านหิน สามารถสรุปบัญชีปริมาณรายการสารเข้า-ออก ดังตาราง ก4

ตาราง ก4 บัญชีรายการรวมปริมาณสารเข้า-ออก ในกระบวนการขุดขนถ่านหิน

Input/Output	สาร	ปริมาณ/หน่วย	หน่วย	วิธีการเก็บข้อมูล
Input	น้ำมันดีเซล	3,349,833.33	ลิตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)
Output Emission	CO_2	1,160,185.76	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	CH_4	13,564.75	กิโลกรัม	
Output Product	ถ่านหินลิกไนต์	17,969,096.91	ตัน/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)

หมายเหตุ: ข้อมูลข้างต้นได้จากการดำเนินงานในส่วนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งยังไม่รวมข้อมูลการใช้วัตถุดิบและพลังงานในส่วนของผู้รับเหมา แต่ปริมาณการใช้งานสามารถคำนวณได้จากค่า BCM ของเหมืองแม่เมาะ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้แล้วในบทที่ 2

5) บัญชีรายการกระบวนการบดถ่านหิน และขนส่งสู่โรงไฟฟ้า

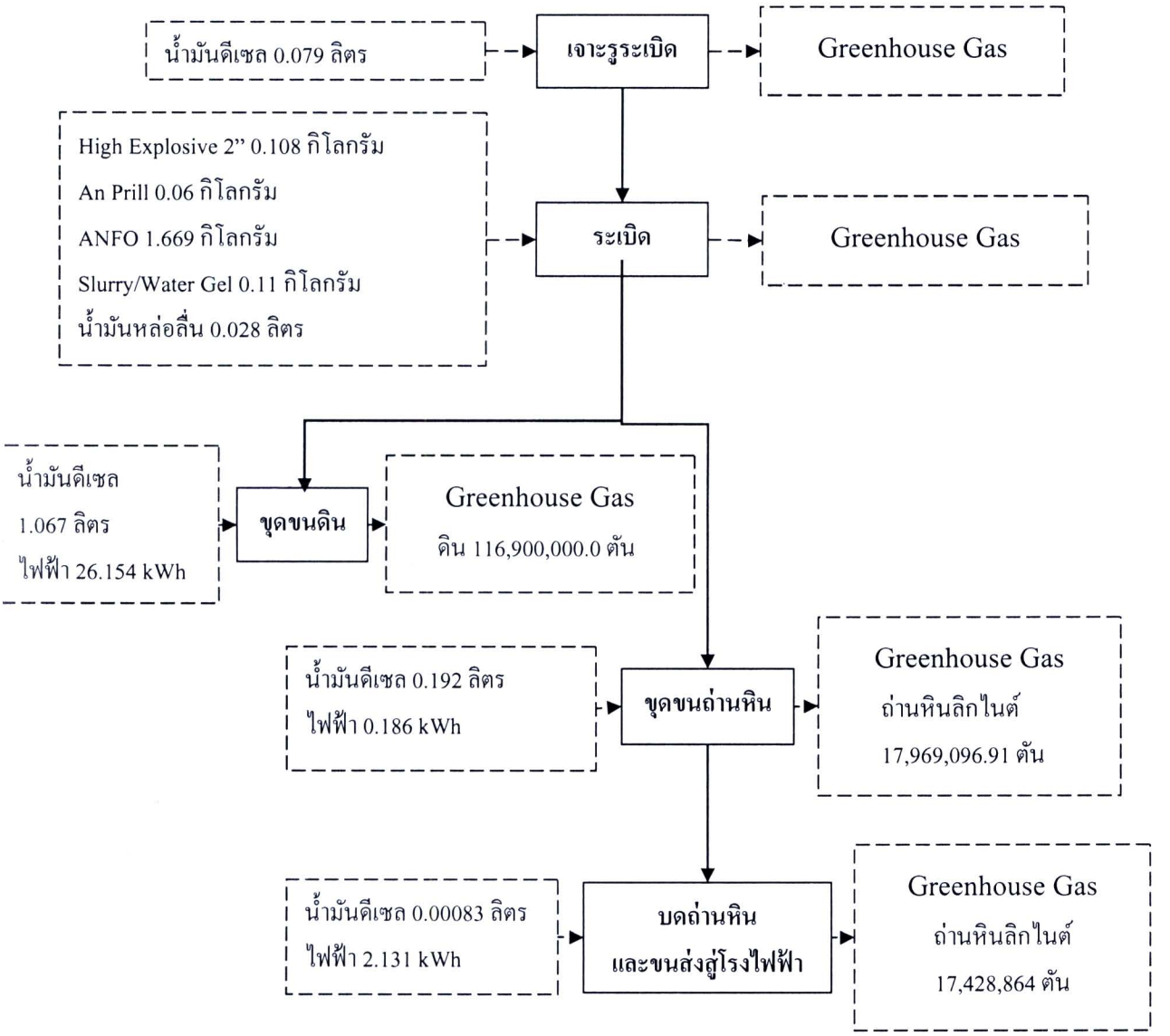
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานกระบวนการบดถ่านหินและขนส่งสู่โรงไฟฟ้า สามารถสรุปบัญชีปริมาณรายการสารเข้า-ออกสำหรับกระบวนการบดถ่านหิน และการขนส่งสู่โรงไฟฟ้า ดังตาราง ก5

ตาราง ก5 บัญชีรายการรวมสารเข้า-ออก ในกระบวนการการบดถ่านหิน และขนส่งสู่โรงไฟฟ้า

Input/Output	สาร	ปริมาณ/หน่วย	หน่วย	วิธีการเก็บข้อมูล
Input	น้ำมันดีเซล	14,418	ลิตร/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)
	พลังงานไฟฟ้า	37,149,144	kWh/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)
Output Emission	CO_2	25,859,218.05	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	CH_4	109,699.69	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
	SF_6	0.00012	กิโลกรัม	SimaPro 7.1
Output Product	ถ่านหินลิกไนต์	17,428,864.0	ตัน/ปี	บันทึกข้อมูลการใช้จริง (พ.ศ. 2551)

6) บัญชีรายการรวมการผลิตถ่านหิน ของเหมืองถ่านหินตัวอย่าง

จากการทำบัญชีรายการของการผลิตถ่านหินทั้ง 5 กระบวนการหลัก สามารถสรุปสารเข้า-ออกทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้ดังรูป ก1



รูป ก1 บัญชีรายการรวมตลอดวัฏจักรการผลิตถ่านหิน ของเหมืองถ่านหิน

ก2 ผลกระทบที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตการดำเนินงานเหมืองถ่านหินด้วยวิธีวิเคราะห์ต่างๆ

จากการประเมินวัฏจักรชีวิตด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันนั้นจะให้ผลดังตาราง ก6 – ก8 ซึ่งแต่ละวิธีการวิเคราะห์จะสามารถวิเคราะห์ผลกระทบได้หลากหลายชนิด ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับขอบเขตของวิธีการดังที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วในบทที่ 4 และ 5

ตาราง ก6 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตการดำเนินงานของ 5 กระบวนการหลัก ด้วยวิธี EDIP 2003

Impact category	Unit	Total	Drill	Blast	Shovel soil	Shovel coal	Grinding and Transport
Global warming 100a	kg CO_2 eq	4.90E+01	2.69E-01	1.63E+01	2.94E+01	8.38E-01	2.10E+00
Ozone depletion	kg CFC11 eq	3.00E-05	2.10E-07	3.89E-07	2.67E-05	6.81E-07	1.95E-06
Ozone formation (Vegetation)	m^2.ppm.h	5.58E+02	9.18E+00	6.56E+01	4.34E+02	2.45E+01	2.53E+01
Ozone formation (Human)	person.ppm.h	3.89E-02	6.25E-04	4.52E-03	3.03E-02	1.68E-03	1.78E-03
Acidification	m^2	4.56E+00	3.81E-02	7.44E-01	3.43E+00	1.13E-01	2.38E-01
Terrestrial eutrophication	m^2	7.28E+00	1.12E-01	1.89E+00	4.72E+00	2.96E-01	2.62E-01
Aquatic eutrophication EP(N)	kg N	2.54E-02	4.25E-04	5.00E-03	1.79E-02	1.12E-03	9.94E-04
Aquatic eutrophication EP(P)	kg P	6.38E-06	3.67E-08	5.45E-08	5.74E-06	1.27E-07	4.27E-07
Human toxicity air	m^3	9.66E+04	5.26E+02	9.50E+03	7.89E+04	1.79E+03	5.85E+03
Human toxicity water	m^3	1.93E+01	6.35E-02	5.92E-01	1.70E+01	2.69E-01	1.32E+00

Impact category	Unit	Total	Drill	Blast	Shovel soil	Shovel coal	Grinding and Transport
Human toxicity soil	m^3	2.14E+00	1.19E-02	1.37E-01	1.82E+00	4.08E-02	1.35E-01
Ecotoxicity water chronic	m^3	1.44E+02	2.46E+00	3.57E+00	1.24E+02	6.63E+00	7.40E+00
Ecotoxicity water acute	m^3	2.18E+01	9.24E-02	1.64E-01	1.97E+01	3.56E-01	1.50E+00
Ecotoxicity soil chronic	m^3	7.32E+01	4.17E+00	2.22E+00	5.66E+01	1.01E+01	6.65E-02
Hazardous waste	kg	1.72E-07	0.00E+00	0.00E+00	1.58E-07	1.13E-09	1.29E-08
Slags/ashes	kg	5.96E-07	0.00E+00	0.00E+00	5.48E-07	3.90E-09	4.46E-08
Bulk waste	kg	1.00E+00	1.18E-03	4.26E-04	9.20E-01	9.31E-03	7.37E-02
Radioactive waste	kg	1.57E-07	0.00E+00	0.00E+00	1.44E-07	1.02E-09	1.17E-08
Resources (all)	kg	5.44E-03	6.05E-06	1.07E-04	4.88E-03	4.89E-05	3.91E-04

ตาราง ก7 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตการดำเนินงานของ 5 กระบวนการหลัก ด้วยวิธี IPCC 2007 GWP100a

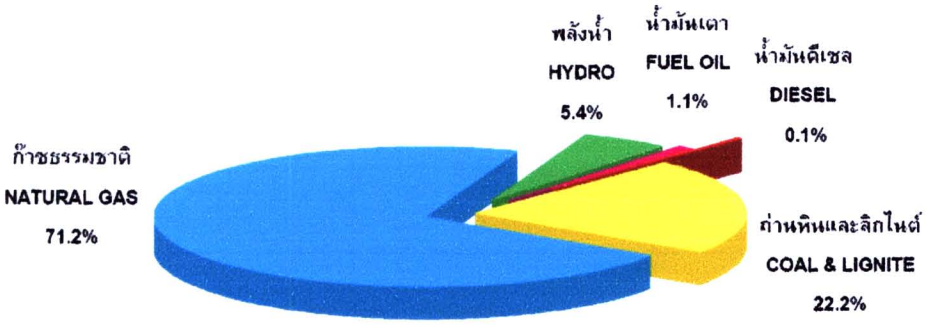
Impact category	Unit	Total	Drill	Blast	Shovel soil	Shovel coal	Grinding and Transport
IPCC GWP 100a	kg CO_2eq	4.87E+01	2.64E-01	1.64E+01	2.91E+01	8.23E-01	2.08E+00

ตาราง ก8 ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตการดำเนินงานของ 5 กระบวนการหลัก ด้วยวิธี Eco Indicator 95

Impact category	Unit	Total	Drill	Blast	Shovel soil	Shovel coal	Grinding and Transport
Greenhouse	kg CO_2	4.56E+01	2.59E-01	1.52E+01	2.75E+01	8.01E-01	1.95E+00
Ozone layer	kg CFC11	3.99E-05	2.80E-07	5.19E-07	3.56E-05	9.08E-07	2.60E-06
Acidification	kg SO_2	3.57E-01	3.80E-03	5.47E-02	2.70E-01	1.08E-02	1.78E-02
Eutrophication	kg PO_4	3.62E-02	5.83E-04	7.61E-03	2.51E-02	1.54E-03	1.41E-03
Heavy metals	kg Pb	6.15E-05	4.81E-07	7.32E-07	5.49E-05	1.51E-06	3.94E-06
Carcinogens	kg B(a)P	2.30E-07	1.56E-09	3.91E-09	2.05E-07	5.09E-09	1.50E-08
Summer smog	kg C_2H_4	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Winter smog	kg SPM	7.04E-02	5.95E-04	1.10E-03	6.24E-02	1.83E-03	4.44E-03
Energy resources	MJ LHV	3.34E-01	9.93E-04	1.25E-02	2.93E-01	4.41E-03	2.28E-02
Solid waste	kg	4.30E+03	6.90E+00	9.20E+01	3.85E+03	4.35E+01	3.06E+02

ก3 ส่วนประกอบและผลกระทบจากไฟฟ้า 1 kWh

จากผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบทที่ 4 พบว่าสาเหตุส่วนใหญ่ของก๊าซเรือนกระจกมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยเกิดจากการใช้พลังงานหลายประเภทในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยสัดส่วนการใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้าแสดงดังรูป ก1



รูป ก2 การผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิงพลังงาน ประจำปี 2551
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2551

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 kWh โดยวิธี IPCC 2007 GWP 100a version 1.01 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกดังตาราง ก1

ตาราง ก9 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 1 kWh

มลพิษ	ปริมาณ	หน่วย
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	193.322	กรัม
ก๊าซมีเทน (CH_4)	819.829	มิลลิกรัม
ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)	862.497	พิโคกรัม

ก4 ผลกระทบจากการใช้น้ำมันดีเซล 1 ลิตร

การวิเคราะห์ก๊าซเรือนกระจกของการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องจักรกล ซึ่งการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงนั้นต้องอาศัยฐานข้อมูลที่รวบรวมทั้งวัตถุดิบและพลังงานที่นำมาผลิตน้ำมันดีเซลไว้แล้ว โดยมีรายละเอียดดังตาราง ก2

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ตาราง ก10 ปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผลิตน้ำมันดีเซล 1 ลิตร

Material (Unit: kg)	**Process**	
	Fuel Procurement	**Construction**
Crude oil	7.83E-03	9.39E-03
Coal	7.31E-02	6.72E-02
Natural gas	2.53E-02	7.56E-03
Uranium	1.24E-07	1.92E-07
Iron ore	6.43E-02	5.86E-02
Bauxite	1.08E-04	1.00E-06
Copper ore	5.10E-05	9.43E-07
Magnesium	5.44E-09	4.60E-08
Manganese ore	5.08E-05	4.46E-05
Chromium ore	3.06E-05	2.69E-05
Nickel ore	1.91E-05	1.68E-05
Lime stone	1.12E-03	9.90E-04
Halite	1.56E-06	2.38E-08
Feldspar	3.30E-06	2.34E-06
Dolomite	6.40E-05	5.82E-05
Silica	1.11E-04	1.01E-04
Sulfur	5.57E-07	5.72E-10
Industrial Water	3.29E-04	5.66E-04

เมื่อนำข้อมูลบัญชีรายการผลิตน้ำมันดีเซลมาประเมินก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิต โดยรวมในส่วนของการใช้งานน้ำมันดีเซลด้วยแล้ว ผลที่ได้แสดงดังตาราง ก11

ตาราง ก11 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตและการใช้น้ำมันดีเซล 1 กิโลกรัม

มลพิษ	ปริมาณ	หน่วย
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	463.64	กรัม
ก๊าซมีเทน (CH_4)	6.5	กรัม

ภาคผนวก ข
การดำเนินงานเหมืองถ่านหิน

ข1 รายละเอียดการดำเนินงานเหมืองถ่านหิน

1. วิธีการทำเหมือง

การทำเหมืองแร่ หมายถึงการกระทำต่อพื้นที่เพื่อให้ได้มาซึ่งแร่ โดยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายวิธี ตามที่กฎหมายกำหนดหรือตามหลักวิชาการ

1.1 วิธีการทำเหมืองตามพระราชบัญญัติแร่

ตามกฎหมาย พรบ. แร่ พ.ศ.2510 แบ่งออกเป็น 10 วิธี คือ

1) การทำเหมืองแล่น (ร่องดินหรือหินดักแร่หนัก เช่น ดีบุก วุลแฟลม)
2) การทำเหมืองสูบ (ใช้ปั๊มทรายด้วยเครื่องยนต์/มอเตอร์ สูบสินแร่ปนน้ำ)
3) การทำเหมืองฉีด (ใช้ปั๊มทรายด้วยเครื่องสูบพลังน้ำ)
4) การทำเหมืองหาบ (ใช้คนหาบหรือเครื่องจักรบรรทุกสินแร่)
5) การทำเหมืองปล่อง (เจาะปล่องแนวดิ่งเข้าหาสินแร่ข้างล่าง)
6) การทำเหมืองเจาะงัน (เจาะอุโมงค์เล็กๆ เซาะซอนหาสายแร่)
7) การทำเหมืองอุโมงค์ (เจาะอุโมงค์ขนาดใหญ่ ใช้เครื่องจักรเข้าได้)
8) การทำเหมืองเรือขุด (ต่อแพเหล็กแล้วใช้สายพานกระพ้อตักสินแร่หรือใช้หัวตัดสินแร่)
9) การทำเหมืองเรือสูบ (ต่อแพเหล็กหรือเรือ แล้วใช้เครื่องสูบทรายปนสินแร่ขึ้นมา)
10) การทำเหมืองละลายแร่ (เจาะรูขนาดใหญ่เข้าหาสินแร่ซึ่งอยู่ใต้ดินแล้วใช้น้ำ หรือสารละลายทำให้สินแร่ละลายขึ้นมา เช่น เหมืองเกลือ)

1.2 วิธีการทำเหมืองตามหลักวิชาการ

ตามหลักวิชาการแบ่งการทำเหมืองออกเป็น 2 วิธี คือ

1) การทำเหมืองผิวดิน แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

1) การทำเหมืองลานแร่ ได้แก่ การทำเหมืองแล่น เหมืองสูบ เหมืองฉีด เหมืองเรือขุดและเหมืองเรือสูบ
2) การทำเหมืองหาบหรือเหมืองเปิด แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

- การทำเหมืองแบบบ่อเหมือง แบ่งออกเป็นชั้นเหมืองเดี่ยว และชั้นเหมืองพหุคูณ เช่น เหมืองถ่านหิน เหมืองหินอ่อน
- การทำเหมืองหินตามไหล่เขา เช่น เหมืองหิน
- การทำเหมืองหินเปิดถมตามหลัง เช่น เหมืองถ่านหิน

3) การทำเหมืองเปิดปล่องขนถ่าย ซึ่งจะทำเหมืองบนยอดเขาแล้วเจาะปล่อยทิ้งหินลงมาตามปล่องจากนั้นจะขนหินมาตามอุโมงค์แนวราบมาสู่ผิวดิน

2) การทำเหมืองใต้ดิน

2. การออกแบบเหมืองแร่

การออกแบบเหมืองแร่ หมายถึง การวางวิธีการดำเนินการทำเหมืองอย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับทางด้านวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ และการบริหารงาน เพื่อให้ได้ผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพประหยัด และปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การออกแบบการสำรวจแร่ เพื่อให้ได้ข้อมูลแหล่งแร่ในเชิงคุณภาพ ปริมาณ และตำแหน่ง ซึ่งจะนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบวิธีการทำเหมือง และวิเคราะห์การลงทุนทำเหมือง

2.2 การออกแบบวิธีการทำเหมืองแร่ เป็นการคัดเลือกวิธีการทำเหมืองให้สอดคล้องกับลักษณะแหล่งแร่ ภูมิประเทศ ความแข็งแรงของเปลือกดิน ความลึก ขนาดการลงทุน พื้นที่ที่มีอยู่ และเทคโนโลยีในปัจจุบัน

2.3 การออกแบบการแต่งแร่ เป็นการออกแบบกระบวนการผลิตที่จะนำสินแร่จากหน้าเหมืองมาแยกเอาหัวแร่ที่ปนอยู่ในสินแร่ออกจากกัน ขั้นตอนมีตั้งแต่การบดบดขนาดแร่ การคัดขนาดแร่ การแยกแร่ด้วยน้ำ ด้วยไฟฟ้า ด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า และการแยกน้ำออก

2.4 การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรทำเหมือง เพื่อใช้ในงานต่างๆ ดังนี้

1) งานสำรวจแร่ ซึ่งอาจเป็นการสำรวจทางธรณีเคมี การตรวจวัดรังสี การตรวจวัดสนามแม่เหล็ก การตรวจวัดแรงโน้มถ่วง การตรวจวัดความต้านทานไฟฟ้า การตรวจวัดคลื่นสั่นสะเทือน การเจาะหลุมสำรวจ การขุดหลุมสำรวจ และการตัดขวางทางแร่

2) งานเจาะระเบิด มักใช้ในกรณีพบหินแข็ง หรือดินเหนียวแข็ง อุปกรณ์เจาะระเบิดที่สำคัญมีเครื่องเจาะมือถือแบบแจ๊ค รถเจาะหัวกระแทก รถเจาะตีนตะขาบแบบหมุนกระแทก รถเจาะแบบหมุน รูปร่างอุปกรณ์การเจาะที่ใช้ในเหมืองผิวดินจะแตกต่างกับที่ใช้ในเหมืองใต้ดิน วัตถุระเบิดที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นแอนไฟท์ และแท่งดินระเบิด

3) งานขุดตัก เครื่องมือที่ใช้มีรถตักล้อยาง รถตักแบ็คโฮ รถตักเสยตีนตะขาบ รถขุดตักต่อเนื่องทรงกระบอก รถขุดปุ้งกี๋หมุน รถขุดสายพานปุ้งกี๋ รถขุดลาก สำหรับงานเหมืองลานแร่อาจใช้กระบอกฉีดน้ำพังดินหน้าเหมืองลงมา เหมืองขุดใช้หัวตัดหรือสายพานกระพ้อ

4) งานขนถ่าย เครื่องมือที่ใช้มีสายพานลำเลียง ท่อขนส่ง รถบรรทุก รถราง รางทิ้งหิน

5) งานแต่งแร่ ได้แก่ เครื่องบดแบบต่างๆ ซึ่งมีทั้งการบดหยาบ ได้แก่ จอร์ ค้อนเหวี่ยง ลูกกลิ้งขบ บดละเอียด มี หม้อบดบอล หม้อบดก้านเหล็ก หม้อบดจาน การคัดขนาด ได้แก่ ตะแกรงสั่น รางเหล็กซี่ ไฮโดรไซโคลน การแยกแร่ ได้แก่ เครื่องแยก แม่เหล็ก เครื่องแยกไฟฟ้าสถิตย์ โต๊ะแยกแร่ จิ๊ก เป็นต้น

2.5 การวางผังเหมืองแร่ เพื่อกำหนดพื้นที่ทำเหมือง สายการผลิต การวางแนวถนนขนส่งหรือแนวสายพาน การวางตำแหน่งเครื่องย่อย อาคารวัตถุระเบิด โรงแต่งแร่ สำนักงาน โรงซ่อม การระบายน้ำ บ่อดักตะกอน บริเวณทิ้งมูลดินทราย เป็นต้น

2.6 การออกแบบขอบเขตบ่อเหมือง เพื่อกำหนดรูปร่างบ่อเหมืองในแต่ละช่วง เพื่อให้ได้คุณภาพและปริมาณตามกำหนด โดยปกติแล้วจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ

ข2 คุณสมบัติถ่านหิน

ถ่านหินสำหรับผลิตไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมและมีคุณภาพคงที่ เนื่องจากแอ่งถ่านหินบางแอ่งมีความแปรปรวนของคุณภาพสูง หรือโครงสร้างทางธรณีวิทยาซับซ้อนและความไม่ต่อเนื่องของชั้นถ่าน ซึ่งถ่านหินที่ต้องส่งให้แก่โรงไฟฟ้านั้นต้องมีคุณภาพดังตาราง ข1

ตาราง ข1 คุณภาพถ่านหินที่ต้องส่งให้แก่โรงไฟฟ้าตัวอย่าง

คุณภาพถ่าน	โรงไฟฟ้าตัวอย่าง	
	Unit 4-7	**Unit 8-13**
ค่าความร้อน (kcal/kg)	มากกว่า 2,300	
ค่า % กำมะถัน	น้อยกว่า 3.8	น้อยกว่า 3.3
ค่า SPH (Sulphur per Heat)	12.9 – 13.8	10.8 – 11.2
ค่า SO2 ก่อนเข้า FGD (mg/Nm^3)	น้อยกว่า 15,000	น้อยกว่า 12,500
ค่า % CaO (Free SO3) ในขี้เถ้า	น้อยกว่า 23.0	
ความเหนียวของถ่าน	ขนส่งโดยระบบสายพานลำเลียงได้	

ทั้งนี้เพื่อให้ได้ถ่านที่มีคุณสมบัติตามที่โรงไฟฟ้าต้องการ ทางเหมืองแร่จึงได้พัฒนาวิธีการผสมถ่าน โดยสามารถแยกเป็น 3 วิธีใหญ่ๆ ตามจุดที่ทำการผสม ได้ดังนี้

- ผสมที่เครื่องโม่ถ่านในบ่อเหมือง (Crusher Blending)
- ผสมที่เครื่องโปรยถ่านในลานกองถ่าน (Stockpile Blending)
- ผสมบนสายพานลำเลียง (Conveyor Blending)

ข3 เครื่องจักรกลในการทำเหมืองถ่านหิน

เครื่องจักรกลที่ใช้ในการทำเหมืองมีอยู่หลายชนิด ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งระบบวิธีการทำงาน ขนาด และราคา ดังนั้นในการเลือกเครื่องจักรกลมาใช้งานในการทำเหมือง โดยเฉพาะเครื่องจักรกลหลักที่เป็นอุปกรณ์สร้างผลผลิตจึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนการตัดสินใจ เนื่องจากการลงทุนในการจัดซื้อเครื่องจักรจะเป็นการลงทุนที่มากที่สุดในการทำเหมือง และการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรกลจะต้องคำนึงถึงลักษณะและขนาดของแหล่งแร่ อัตรากำลังผลิต และวิธีการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้ได้เครื่องจักรกลที่เหมาะสมทั้งชนิดและขนาดในการทำเหมือง

- **ประเภทเครื่องจักรกลในการทำเหมือง**

เครื่องจักรกลที่ใช้ในการทำเหมืองแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

เครื่องจักรกลที่ใช้ขุด (Excavator)

เครื่องจักรกลที่ใช้ขุดเป็นเครื่องจักรกลที่ทำให้วัสดุที่ต้องการขุดแตกตัวออกจากกันแล้วทำการขุดซึ่งก่อนที่จะทำการขุดอาจมีการระเบิดวัสดุ เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการขุด เครื่องจักรกลที่ใช้ขุดมีหลายแบบแตกต่างกันทั้งขนาด, ชนิด, ความสามารถ และวิธีการทำงาน ตัวอย่างเครื่องจักรกลที่ใช้กันแพร่หลายในเหมืองเปิด มีดังนี้

- รถขุดบุ้งกี๋ลาก (Dragline)
- รถขุดบุ้งกี๋เสย (Shovel)
- รถขุดบุ้งกี๋หมุน (Bucket Wheel Excavator)
- รถตักล้อยาง (Wheel Loader)
- รถสเครปเปอร์ (Scraper)
- Easy Miner

เครื่องจักรกลที่ใช้ขุดดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องทำงานร่วมกับเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนส่งหรือร่วมกับเครื่องจักรกลช่วย ถึงแม้ว่าเครื่องจักรกลบางขนาด เช่น Dragline และรถสเครปเปอร์สามารถขุดและขนได้ด้วยตัวเอง

เครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนส่ง (Transportation)

เครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนส่งเป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนลำเลียงวัสดุที่ขุดไปยังจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการ ซึ่งวัสดุที่ขนคือหน้าดิน (Waste) ที่ขุดและขนออกไปทิ้งยังบริเวณที่

กำหนด (Dumping Area) และถ่านหินซึ่งขุดและขนไปยังลานกอง (Stockpile) ของโรงไฟฟ้า หรือโรงงาน เป็นต้น เครื่องจักรกลในการขนส่งที่ใช้กันแพร่หลายในการทำเหมืองเปิด คือ

- รถบรรทุกเทหลัง (Rear Dump Truck)
- รถบรรทุกเทท้อง (Bottom Dump Truck)
- ระบบสายพานลำเลียง (Conveyor System)
- รถไฟ (Train)

ซึ่งในการขนส่งโดยใช้ระบบสายพานลำเลียง จะมีเครื่องจักรกลที่ทำงานร่วมคือ

- เครื่องโม่ (Crusher) ซึ่งก่อนที่วัสดุจะถูกขนลำเลียงโดยระบบสายพาน วัสดุจะต้องถูกย่อยให้ได้ตามขนาดที่ต้องการก่อน
- เครื่องโปรยดิน (Spreader) วัสดุที่ขนโดยระบบสายพานจะถูกลำเลียงไปยังที่ทิ้งดิน โดยมีเครื่องโปรยดินเป็นตัวโปรยให้เป็นไปตามแบบที่วางแผนไว้
- เครื่องกองถ่าน (Stacker) ถ่านหินจะถูกลำเลียงจากบ่อเหมืองไปยังลานกอง (Stockpile) โดยมีเครื่องทำกองถ่านหินเป็นตัวโปรย

เครื่องจักรกลช่วย (Auxiliary Equipment)

เครื่องจักรกลช่วย (Auxiliary Equipment) หมายถึง เครื่องจักรกลอื่นๆ นอกเหนือจากเครื่องจักรกลที่ใช้ขุดและขน เป็นเครื่องจักรกลที่ช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลขุดและขน เช่น

- รถดันตีนตะขาบ (Crawler Tractor)
- รถเกรดถนน (Motor Grader)
- รถน้ำ (Water Truck)
- รถบริการต่างๆ (Service Truck)

- **เครื่องจักรกลหลักในการทำเหมืองเปิด**

ระบบที่ใช้ Dragline เป็นเครื่องจักรกลหลักในการขุดจะมีเครื่องจักรกลที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- Dragline เป็นเครื่องจักรกล ขุด-ขนดิน
- รถดันตีนตะขาบ (Crawler Tractor) เป็นเครื่องจักรกลสนับสนุน Dragline และปรับระดับบริเวณที่ทิ้งดิน
- Scraper เป็นเครื่องจักรกลขุด-ขน Topsoil
- Loader/Truck เป็นเครื่องจักรกลขุด-ขนถ่านหิน

- Water Truck และ Grader เป็นเครื่องจักรกลบำรุงรักษาระบบระบายน้ำและถนนในบ่อเหมือง

ระบบที่ใช้ Scraper เป็นเครื่องจักรกลหลักในการขุดดินจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- Scraper เป็นเครื่องจักรกลขุด-ขนดิน
- Crawler Tractor เป็นเครื่องจักรสนับสนุน Scraper และปรับระดับบริเวณที่ทิ้งดิน
- Loader/Truck เป็นเครื่องจักรกลขุด-ขนถ่านหิน
- Water Truck และ Grader เป็นเครื่องจักรกลบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ และถนนในบ่อเหมือง

ระบบที่ใช้ Shovel-Truck เป็นเครื่องจักรกลหลักในการขุดจะมีเครื่องจักรกลที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- Shovel/Truck เป็นเครื่องจักรกลขุด-ขนดินและถ่าน ซึ่งอาจจะขนตรงหรือผ่านระบบ Conveyor System
- Crusher/Conveyor System เป็นเครื่องจักรกลย่อยขนาด ใช้ขนดินและถ่าน
- Crawler Tractor เป็นเครื่องจักรสนับสนุน Shovel และปรับระดับบริเวณที่ทิ้งดิน
- Water Truck และ Grader เป็นเครื่องจักรกลบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ และถนนในบ่อเหมือง

ระบบที่ใช้ Bucket Wheel Excavator เป็นเครื่องจักรกลหลักในการขุดจะมีเครื่องจักรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- Bucket Wheel Excavator (BWE) เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขุดดิน
- Conveyor System/Spreader เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขนดิน
- Crawler Tractor เป็นเครื่องจักรกลสนับสนุน Bucket Wheel Excavator และปรับระดับบริเวณที่ทิ้งดิน
- Water Truck และ Grader เป็นเครื่องจักรกลบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ และถนนในบ่อเหมือง

นอกจากนี้เครื่องจักรกลหลักดังกล่าวข้างต้น ยังสามารถทำงานร่วมกันในเหมืองขนาดใหญ่ เช่น เหมืองแม่เมาะ จัดหวัดลำปาง เครื่องจักรกลหลักที่ใช้ในการปฏิบัติงานหลายประเภท ได้แก่

- Bucket Wheel Excavator/Conveyor System/Spreader เป็นเครื่องจักรกล ใช้ในการขุดและขนดิน

- Shovel/Truck/Crusher/Conveyor System/Stacker/Spreader เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการขุด-ขนดินและถ่านหิน
- Crawler Tractor เป็นเครื่องจักรกลสนับสนุน Bucket Wheel Excavator และ Shovel และปรับระดับบริเวณที่ทิ้งดิน
- Water Truck และ Grader เป็นเครื่องจักรกลบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ และถนนในบ่อเหมือง

- **การพิจารณาเลือกเครื่องจักรกลใน การทำเหมืองถ่านหิน**

ในการพิจารณาเลือกเครื่องจักรเพื่อใช้งานในการทำเหมืองถ่านหินต้องพิจารณาองค์ประกอบในการตัดสินใจดังนี้

ลักษณะของแหล่งถ่านหิน มีผลต่อการเลือกชนิดของเครื่องจักรกล โดยเครื่องจักรแต่ละชนิดอาจจะมีความเหมาะสมกับแหล่งถ่านที่ไม่เหมือนกัน เช่น แหล่งถ่านหินที่มีชั้นถ่านวางตัวในแนวราบหรือเอียงเล็กน้อย และมีความลึกไม่มาก เหมาะสมที่จะใช้ Dragline เป็นอุปกรณ์ในการทำเหมือง เนื่องจากสามารถขุดดินออกแล้วทิ้งกลับไปด้านหลังได้ โดยไม่ต้องใช้เครื่องจักรกลช่วยในการขนส่ง แต่ถ้าชั้นถ่านวางตัวในลักษณะที่มีความชันมากการใช้ Dragline ก็ไม่เหมาะสม

วิธีการทำเหมือง มีผลต่อการเลือกชนิดเครื่องจักรกลมาก เช่น หากกำหนดวิธีการทำเหมืองที่ต้องย้ายเครื่องจักรกลบ่อย จำเป็นต้องเลือกเครื่องจักรกลที่มีความคล่องตัว เช่น Shovel กับ Truck แต่ถ้าหากไม่มีการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรกลบ่อยๆ และมีปริมาณงานมากการใช้ Bucket Wheel Excavator ร่วมกับระบบสายพานลำเลียงอาจเหมาะสมกว่า

กำลังการผลิต จะมีผลต่อการเลือกขนาดของเครื่องจักรกล โดยหากเลือกเครื่องจักรกลที่มีขนาดไม่เหมาะสมอาจจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงาน เช่น เลือกเครื่องจักรกลขนาดเล็กเกินไปทำให้จำเป็นต้องใช้จำนวนเครื่องจักรกลมากและปัญหาที่จะติดตามมา เช่น ปัญหาด้านการจราจรอาจจะเกิดขึ้นได้

คุณสมบัติของวัสดุที่จะต้องทำการขุดขน จะมีผลต่อการเลือกคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องจักรกลให้เหมาะสม เช่น ความแข็งของวัสดุที่จะขุด หากมีความแข็งมากการขุดด้วย Bucket Wheel Excavator อาจจะทำได้ไม่ดี หรืออาจจะต้องใช้การระเบิดช่วยในการขุดเป็นจำนวนมาก

อย่างไรก็ตามองค์ประกอบที่กล่าวเบื้องต้น เป็นสิ่งประกอบการพิจารณาการเลือกเครื่องจักรบางส่วนเท่านั้น สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ ความคุ้มค่าของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมกับชนิดและประสิทธิภาพ

- **เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเหมือง และการแต่งแร่ของเหมืองตัวอย่าง**

เครื่องจักรกลและอุปกรณ์ในการทำเหมือง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การเจาะระเบิด การขุดขนถ่านหิน เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขุด-ขน เป็นของ กฟผ. และของผู้รับเหมา มีดังนี้

1. เครื่องจักรของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.1 เครื่องจักรหนัก

1. รถขุดบุ้งกี๋เสย (SHOVEL)				
	ขนาด	11.5	ลบ.ม.	6 คัน
2. รถตักล้อยาง (WHEEL LOADER)				
	ขนาด	9.2	ลบ.ม.	4 คัน
3. รถบรรทุกเทท้ายขนาดใหญ่ (OFF-HIGHWAY DUMP TRUCK)				
	ขนาด	91	ตัน	21 คัน
4. เครื่องย่อยถ่านหินลิกไนต์ (CRUSHER)				
	ขนาด	1,500	ตัน/ชม.	2 เครื่อง
	ขนาด	1,200	ตัน/ชม.	2 เครื่อง
5. เครื่องโปรยถ่านหินลิกไนต์ (STACKER OR SPREADER)				
	ขนาด	3,000	ตัน/ชม.	2 เครื่อง
	ขนาด	1,200	ตัน/ชม.	2 เครื่อง
6. เครื่องตักถ่านหินลิกไนต์ (RECLAIMER)				
	ขนาด	1,500	ตัน/ชม.	3 เครื่อง
	ขนาด	1,200	ตัน/ชม.	2 เครื่อง
7. ระบบสายพานลำเลียง (BELT CONVEYOR)				
	ขนาด	1,200	ตัน/ชม.	2 ระบบ
	ขนาด	1,500	ตัน/ชม.	2 ระบบ

1.2 เครื่องกลช่วย

1. รถขุดล้อยาง (WHEEL EXCAVATOR)				2 คัน
2. รถขุดบุ้งกี๋ล้วง (BACKHOE)				5 คัน
3. รถตักล้อยาง (WHEEL LOADER)				
	ขนาด	1-3	ลบ.ม.	6 คัน
4. รถขุด-ตักล้อยาง (BACKHOE LOADER)				1 คัน
5. รถเกลี่ยดิน (GRADER)				14 คัน

6. รถแทรกเตอร์ตีนตะขาบ (CRAWLER TRACTOR)		21	คัน
7. รถแทรกเตอร์ล้อยาง (WHEEL DOZER-DOZER COMPACTOR)		3	คัน
8. รถฟาร์มแทรกเตอร์ (FARM TRACTOR)		2	คัน
9. รถบรรทุกน้ำมัน (FUEL TANK TRUCK)			
ขนาด	12,000 ลิตร	6	คัน
10. รถบรรทุกน้ำ (WATER TANK TRUCK)			
ขนาดน้อยกว่า	12,000 ลิตร	3	คัน
ขนาด	12,000 ลิตร	14	คัน
ขนาด	64,000 ลิตร	4	คัน
11. รถบรรทุกเททำยขนาดเล็ก (ON HIGHWAY DUMP TRUCK)		21	คัน
12. รถปั้นจั่นล้อยาง (MOBILE CRANE)		9	คัน
13. รถบรรทุกติดเครน (FOLDABLE CRANE TRUCK)		22	คัน
14. รถเทรลเลอร์ (TRUCK TRAILER)		3	คัน
15. รถขุดหลุม (HOLE DIGGER)		2	คัน
16. รถสำรวจแร่ (LOGGING TRUCK)		1	คัน
17. รถดูดฝุ่น (VACUUM CLEANER TRUCK)		2	คัน
18. รถบดถ่าน (COMPACTOR)		4	คัน
19. รถผสมดินระเบิด (AN/FO MIXER)		1	คัน
20. รถเจาะสำรวจ (ROTARY TABLE,TRUCK MOUNTED)		2	เครื่อง
21. เครื่องเจาะระเบิด (BLAST HOE DRILL)		2	คัน
22. เครื่องวางท่อ (PIPE LAYER)		1	เครื่อง
23. รถยกของ (FORK LIFT)		12	คัน
24. ปั๊มน้ำ (WATER PUMP)			
ขนาด	500 ลบ.ม./ชม.ลงไป	32	เครื่อง
ขนาดมากกว่า	500 ลบ.ม./ชม.ขึ้นไป	25	เครื่อง

2. จักรกลของผู้รับเหมา มีชนิด ขนาด และปริมาณที่แตกต่างกันตามจำนวนสัญญาจ้างเหมาขุดขนดินในช่วงเวลานั้น ซึ่งจากการตรวจสอบในระหว่างการศึกษา พบว่ามีเครื่องจักรกลหลากชนิด ได้แก่

1. รถขุดไฟฟ้า DEMAG H255S		8	คัน

HITACHI EX2500	10	คัน
2. รถบรรทุกเทหลัง CAT 777 D	32	คัน
EUCLID EH1700	40	คัน
CAT 769D	23	คัน
3. รถขุด DEMAG H95S	3	คัน
4. รถขุด บุ้งกี๋ล้วง	20	คัน
5. เครื่องย่อยดิน 4,000 ตัน/ชม.	4	เครื่อง
เครื่องย่อยดิน 5,500 ตัน/ชม.	4	เครื่อง
6. เครื่องโปรยดิน 17,000 ตัน/ชม.	1	เครื่อง
เครื่องโปรยดิน 12,000 ตัน/ชม.	2	เครื่อง
7. สายพานลำเลียงดิน 17,000 ตัน/ชม.	1	ระบบ
สายพานลำเลียงดิน 12,000 ตัน/ชม.	2	ระบบ
8. รถแทรกเตอร์	10	คัน
9. รถเกลี่ยดิน (MOTOR GRADER)	4	คัน
10. รถบรรทุกน้ำ ขนาด 50,000 ลิตร	4	คัน
รถบรรทุกน้ำ ขนาด 12,000 ลิตร	5	คัน
11. รถบรรทุก 10 ล้อ	100	คัน

- **การวัดสมรรถนะเครื่องจักร**

สภาพความพร้อมเครื่องจักร

MA: สภาพความพร้อมทางกล หมายถึง เปอร์เซ็นต์เวลาใช้งานเครื่องจักร เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาซ่อมและเวลาใช้งานเครื่องจักร

PA: สภาพความพร้อมทางกายภาพ หมายถึง เปอร์เซ็นต์เวลาใช้งาน รวมเวลาสำรองรอใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาซ่อม เวลาสำรองรอใช้งาน และเวลาใช้งานเครื่องจักร

W = ชั่วโมงใช้งานเครื่องจักร (ตามมิเตอร์)

R = ชั่วโมงซ่อมเครื่องจักร

S = ชั่วโมงสำรองรอใช้ งาน

T = ชั่วโมงรวมทั้งหมด (W+R+S)

$$MA = (W / (W+R)) \times 100$$

$$PA = (W+S) / T) \times 100$$

สภาพความพร้อมเครื่องจักรจะวัดประสิทธิภาพการซ่อมเครื่องจักร เมื่อไม่สนใจเรื่องเวลาสำรองรอใช้งานจะใช้สภาพความพร้อมทางกล แต่ถ้าเวลาสำรองรอใช้งานมีความสำคัญจะใช้สภาพความพร้อมทางกายภาพ

อัตราการใช้งานเครื่องจักร

UA: อัตราการใช้งานเครื่องจักรพร้อม หมายถึง เปอร์เซ็นต์เวลาใช้งานเครื่องจักรเมื่อเปรียบเทียบกับเวลาที่เครื่องจักร พร้อมใช้งาน ซึ่งเท่ากับเวลาใช้งานรวมกับสำรองรอใช้งาน

EU: อัตรากรใช้เครื่องจักรรวม หมายถึง เปอร์เซ็นต์เวลาใช้งานเครื่องจักร เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาทั้งหมด ซึ่งเท่ากับเวลาใช้งาน เวลาสำรองรอใช้งาน และเวลาซ่อม

$$UA = (W / (W+S)) \times 100$$

$$EU = (W / (W+S+R)) \times 100$$

อัตราการใช้งานเครื่องจักร จะวัดปริมาณการใช้งานเครื่องจักร เมื่อไม่สนใจเรื่องเวลาซ่อมจะใช้อัตราการใช้งานเครื่องจักรพร้อม แต่ถ้าสนใจเวลาซ่อมด้วย จะใช้อัตราการใช้งานเครื่องจักรรวม บางครั้งเรียกอัตราการใช้งานเครื่องจักรว่า อัตราการเดินเครื่อง (Run Factor)

อัตราการย่อยหิน (ตัน/ชม.)

อัตราการย่อยหิน (ตัน/ชม.) = จำนวนตันที่บดย่อยได้ / ชั่วโมงการย่อยสุทธิ

ข4 ปริมาณการผลิตถ่านหินลิกไนต์ของเหมืองตัวอย่าง

จากการสำรวจปริมาณถ่านหินลิกไนต์ทั้งหมดในพื้นที่แอ่งของเหมืองตัวอย่าง ซึ่งมีพื้นที่ที่ถ่านสะสมตัวอยู่ในแอ่งที่มีความยาวเหนือ-ใต้ ประมาณ 9.2 กิโลเมตร และความกว้างแนวตะวันออก-ตะวันตก ประมาณ 4 กิโลเมตร พบว่า มีปริมาณสำรองทางธรณีวิทยา (Geological reserves) ประมาณ 1,140 ล้านตัน ในจำนวนนี้ประเมินว่าปริมาณที่คุ้มค่าเชิงเศรษฐกิจ (Economic minerable reserves) ประมาณ 814 ล้านตัน การผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าที่เหมืองตัวอย่างต้องส่งถ่านหินเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันนี้มี 10 เครื่อง (หน่วยที่ 4-13) รวมกำลังผลิต 2,400 เมกะวัตต์ จะใช้ถ่านหินลิกไนต์ปีละประมาณ 16-17 ล้านตัน โดยจนถึงเดือนธันวาคม 2549 ได้ขุดไปแล้วประมาณ 264 ล้านตัน

ในการทำเหมืองเพื่อผลิตถ่านลิกไนต์ได้มีแผนการทำเหมืองเพื่อผลิตถ่านลิกไนต์ในแต่ละปี โดยในการผลิตถ่านหินลิกไนต์นั้นจะมีการขุดเปลือกดินก่อน ดังนั้นในแผนการผลิตถ่านหินลิกไนต์ก็จะมีแผนการขุดเปลือกดินในแต่ละปีด้วยเช่นกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตาราง ข2 และ ข3

ตาราง ข2 แผนการผลิตถ่านหินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2571 เพื่อใช้กับโรงไฟฟ้า (ล้านตัน)

ปีพ.ศ.	South West Pit			Central Pit						South East Pit			รวม		
	สัญญา5	กฟผ.	รวม	สัญญา4	สัญญา7	สัญญา8	สัญญา9	กฟผ.	รวม	สัญญา6	กฟผ.	รวม	ผู้รับจ้าง	กฟผ.	รวม
2549	5.96	6.17	12.13	5.00					5.00				10.96	6.17	17.13
2550	5.50	6.20	11.70	5.50					5.50				11.00	6.20	17.20
2551	5.50	6.20	11.70	4.50	1.50				6.00				11.50	6.20	17.70
2552	3.30	4.50	7.80		6.00				6.00	3.00		3.00	12.30	4.50	16.80
2553					6.00			3.06	9.06	6.00	2.00	8.00	12.00	5.06	17.06
2554					6.00			3.15	9.15	6.00	2.00	8.00	12.00	5.15	17.15
2555					6.00			2.95	8.95	6.00	2.00	8.00	12.00	4.95	16.95
2556					6.00			2.75	8.75	6.00	2.00	8.00	12.00	4.75	16.75
2557					6.00			2.95	8.95	6.00	2.00	8.00	12.00	4.95	16.95
2558					6.00			3.06	9.06	6.00	2.00	8.00	12.00	5.06	17.06
2559					6.00			3.06	9.06	6.00	2.00	8.00	12.00	5.06	17.06
2560					6.00	5.50		5.65	17.15				11.50	5.65	17.15
2561					6.00	5.50		5.45	16.95				11.50	5.45	16.95
2562					6.00	5.50		5.25	16.75				11.50	5.25	16.75

ปีพ.ศ.	South West Pit			Central Pit						South East Pit			รวม		
	สัญญา5	กฟผ.	รวม	สัญญา4	สัญญา7	สัญญา8	สัญญา9	กฟผ.	รวม	สัญญา6	กฟผ.	รวม	ผู้รับจ้าง	กฟผ.	รวม
2563					6.00	5.50		5.45	16.95				11.50	5.45	16.95
2564						5.50	6.00	5.56	17.06				11.50	5.56	17.06
2565						5.50	6.00	5.56	17.06				11.50	5.56	17.06
2566						4.50	5.00	5.65	15.15				9.50	5.65	15.15
2567						4.50	3.50	5.19	13.19				8.00	5.19	13.19
2568							3.00	5.32	8.32				3.00	5.32	8.32
2569								4.46	4.46					4.46	4.46
2570								3.84	3.84					3.84	3.84
2571								4.46	4.46					4.46	4.46
รวม	**20.26**	**23.07**	**43.33**	**15.00**	**73.50**	**42.00**	**23.50**	**82.82**	**236.82**	**45.00**	**14.00**	**59.00**	**219.26**	**119.89**	**339.15**

ตาราง ข3 แผนการขุดขนดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2571 (ล้านลูกบาศก์เมตร)

ปีพ.ศ.	South West Pit			Central Pit							South East Pit			รวม		
	สัญญา5	กฟผ.	รวม	สัญญา4	สัญญา 80 ล้าน	สัญญา7	สัญญา8	สัญญา9	กฟผ.	รวม	สัญญา6	กฟผ.	รวม	ผู้รับจ้าง	กฟผ.	รวม
2549	36.58	8.00	44.58	37.55						37.55				74.13	8.00	82.13
2550	35.00	7.00	42.00	34.50	10.00					44.50				79.50	7.00	86.50
2551	35.00	6.00	41.00	25.90	35.00	5.00				65.90	10.00		10.00	110.90	6.00	116.90
2552	5.00	5.50	10.50		35.00	20.00				55.00	20.00		20.00	80.00	5.50	85.50
2553						66.00			4.00	70.00	30.00	2.00	32.00	96.00	6.00	102.00
2554						66.00			4.00	70.00	30.00	2.00	32.00	96.00	6.00	102.00
2555						66.00			4.00	70.00	30.00	2.00	32.00	96.00	6.00	102.00
2556						66.00			4.00	70.00	30.00	2.00	32.00	96.00	6.00	102.00
2557						66.00			4.00	70.00	30.00	2.00	32.00	96.00	6.00	102.00
2558						66.00	10.00		4.00	80.00	8.00	2.00	10.00	84.00	6.00	90.00
2559						66.00	15.00		6.00	87.00	6.00	2.00	8.00	87.00	8.00	95.00
2560						66.00	44.00		6.00	116.00				110.00	6.00	116.00
2561						66.00	44.00		6.00	116.00				110.00	6.00	116.00

ปีพ.ศ.	South West Pit			Central Pit							South East Pit			รวม		
	สัญญา5	กฟผ.	รวม	สัญญา4	สัญญา 80 ล้าน	สัญญา7	สัญญา8	สัญญา9	กฟผ.	รวม	สัญญา6	กฟผ.	รวม	ผู้รับจ้าง	กฟผ.	รวม
2562						66.00	44.00		6.00	116.00				110.00	6.00	116.00
2563						66.00	44.00		6.00	116.00				110.00	6.00	116.00
2564							44.00	20.00	6.00	70.00				64.00	6.00	70.00
2565							44.00	20.00	6.00	70.00				64.00	6.00	70.00
2566							44.00	20.00	5.00	69.00				64.00	5.00	69.00
2567							44.00	20.00	5.00	69.00				64.00	5.00	69.00
2568								20.00	4.00	24.00				20.00	4.00	24.00
2569									4.20	4.20					4.20	4.20
2570									3.13	3.13					3.13	3.13
2571									3.64	3.64					3.64	3.64
รวม	**111.58**	**26.50**	**138.08**	**97.95**	**80.00**	**751.00**	**377.00**	**100.00**	**90.97**	**1496.92**	**194.00**	**14.00**	**208.00**	**1711.53**	**131.47**	**1843.00**

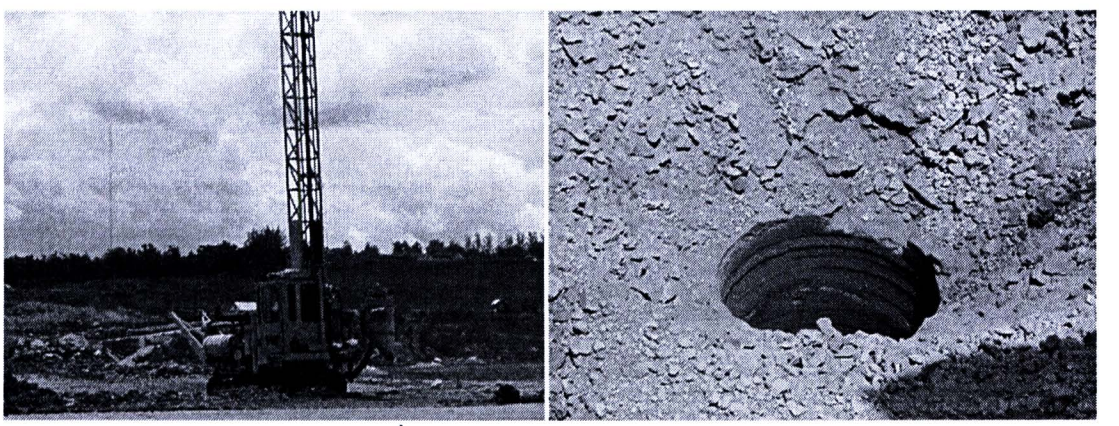
ภาคผนวก ค
ภาพการดำเนินงานและเครื่องจักรกลภายในเหมืองถ่านหิน

ค1 ภาพการดำเนินงานในเหมืองถ่านหินตัวอย่าง

การดำเนินงานเหมืองตัวอย่างนั้นเป็นการดำเนินงานขนาดใหญ่ ประกอบด้วย 5 กระบวนการหลัก ที่มีตัวอย่างการดำเนินงานแสดงดังรูปต่างๆ ต่อไปนี้

กระบวนการเจาะรูระเบิด

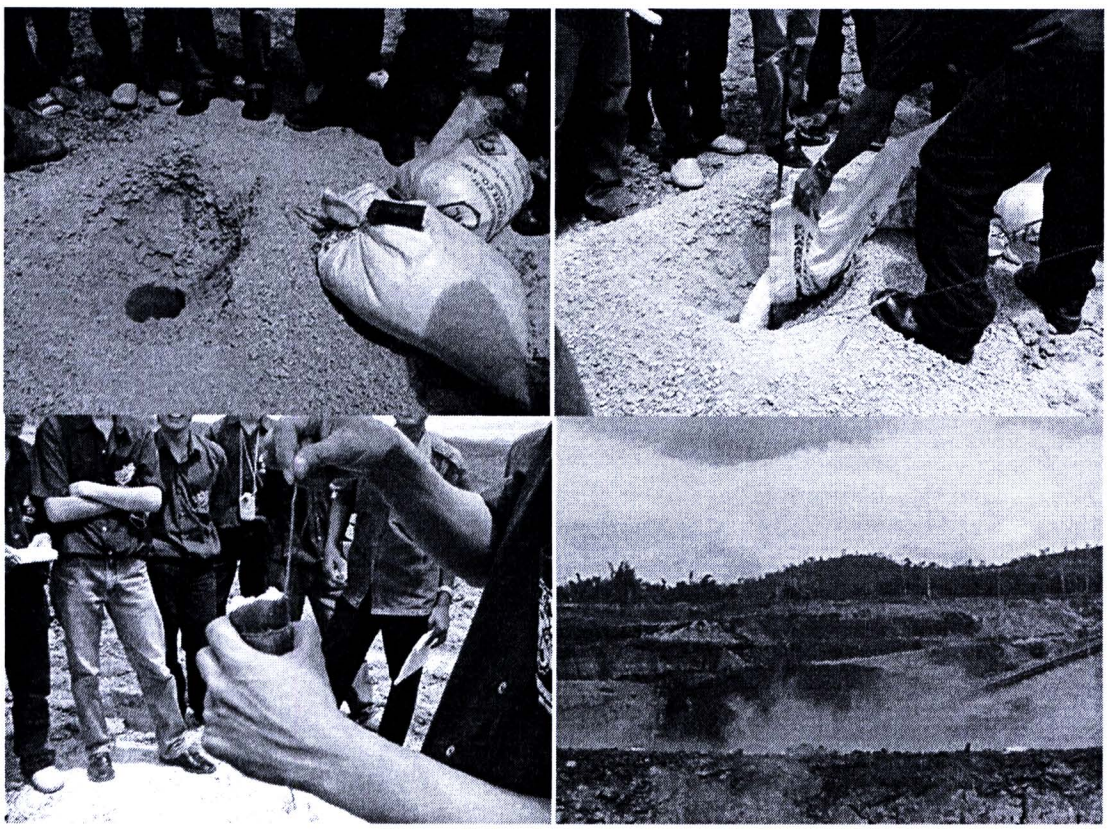
การดำเนินงานในกระบวนการนี้ใช้ระยะเวลาเพียงสั้นๆ ซึ่งบางพื้นที่อาจไม่จำเป็นต้องทำการเจาะรูระเบิด เนื่องจากหากมีการตรวจสอบสภาพของดินก่อนการดำเนินงานและพบว่าสามารถใช้รถเจาะเพื่อขุดดินได้ก็จะไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระเบิดเข้ามาช่วยเปิดหน้าดินในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งภาพของการเจาะรูระเบิดแสดงดังรูป ค1



รูป ค1 เครื่องเจาะรูระเบิด และรูสำหรับระเบิด

กระบวนการระเบิด

กระบวนการนี้เป็นการดำเนินงานต่อเนื่องจากกระบวนการเจาะรูระเบิด ซึ่งถ้ามีการตรวจสอบสภาพพื้นดินก่อนการดำเนินงานก็จะทำให้สามารถวางแผนการดำเนินงานได้ และอาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้วัตถุระเบิดเพื่อเปิดหน้าเหมือง และยังช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่จะตามมาจากการระเบิดได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยการระเบิดแสดงดังรูป ค2



รูป ค2 การเตรียมสารเคมีสำหรับการระเบิด

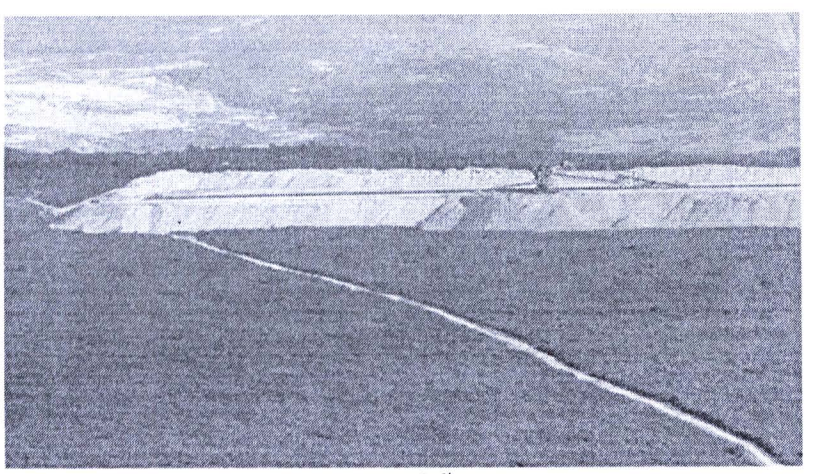
กระบวนการขุดขนดิน

กระบวนการขุดขนดินเป็นกระบวนการที่มีการใช้เครื่องจักรมากที่สุด เนื่องจากต้องขนส่งดินจำนวนมากไปยังที่ทิ้งดิน โดยมีเครื่องจักรหลักต่างๆ ดังนี้

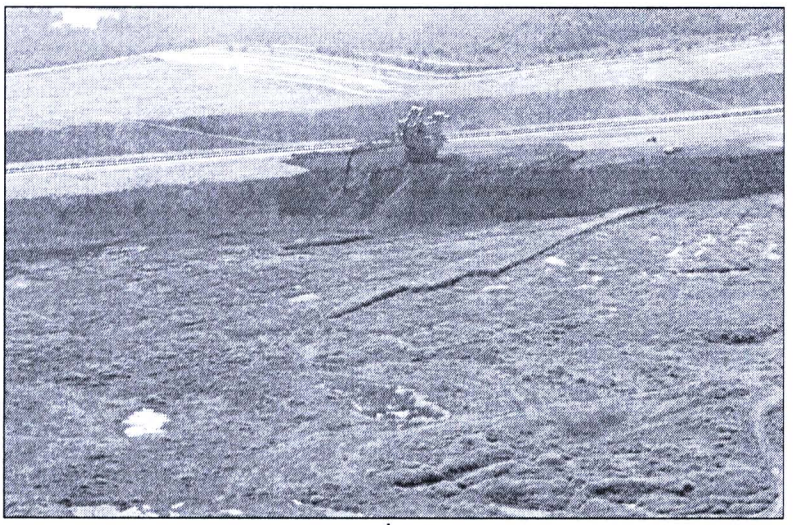
รูป ค3.1 รถขุดดินเพื่อเปิดหน้าเหมือง

รูป ค3.2 รถบรรทุกเททำยเพื่อขนดินไปยังที่ทิ้งดิน

รูป ค3.3 เครื่องโม่ดินเพื่อลดขนาดก่อนขนไปยังที่ทิ้งดิน



รูป ค3.4 ที่ทิ้งดิน

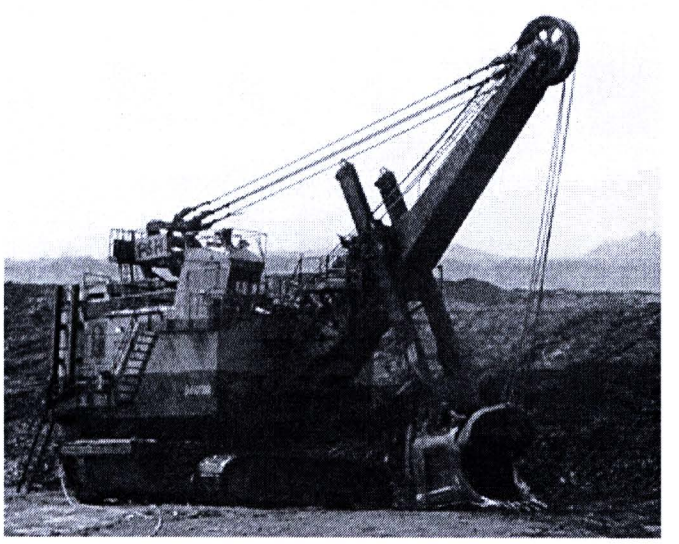


รูป ค3.5 เครื่องโปรยดิน

รูป ค3 ขั้นตอนและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการขุดขนดิน

กระบวนการขุดขนถ่านหิน

การดำเนินงานในกระบวนการนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลที่มีลักษณะพิเศษที่เหมาะกับการขุดขนถ่านหิน เช่น รถขนถ่านหินต้องเป็นเครื่องจักรกลที่ออกแบบพิเศษเพื่อขนถ่านหินโดยเฉพาะ ดังแสดงในรูป ค4



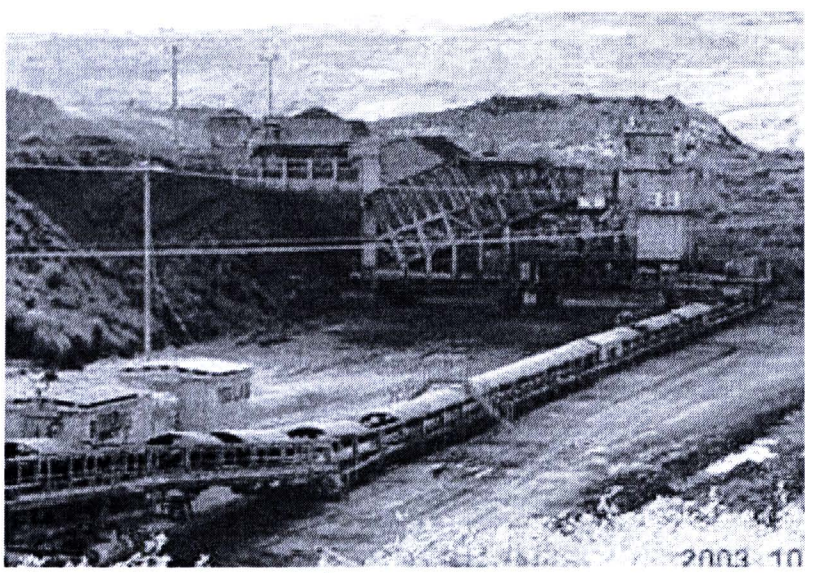
รูป ค4.1 รถขุด

รูป ค4.2 รถบรรทุกเทท้าย

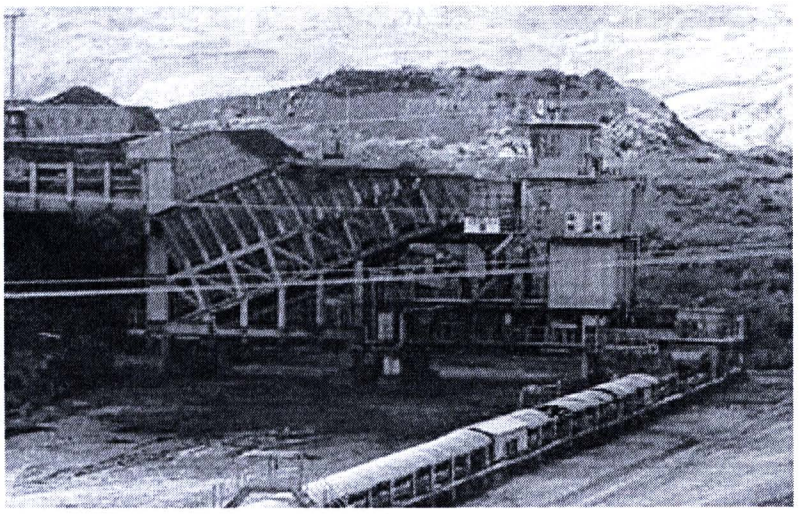
รูป ค4 ขั้นตอนและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการขุดขนถ่านหิน

กระบวนกระบวนการบดถ่านหิน และการขนส่งสู่โรงไฟฟ้า

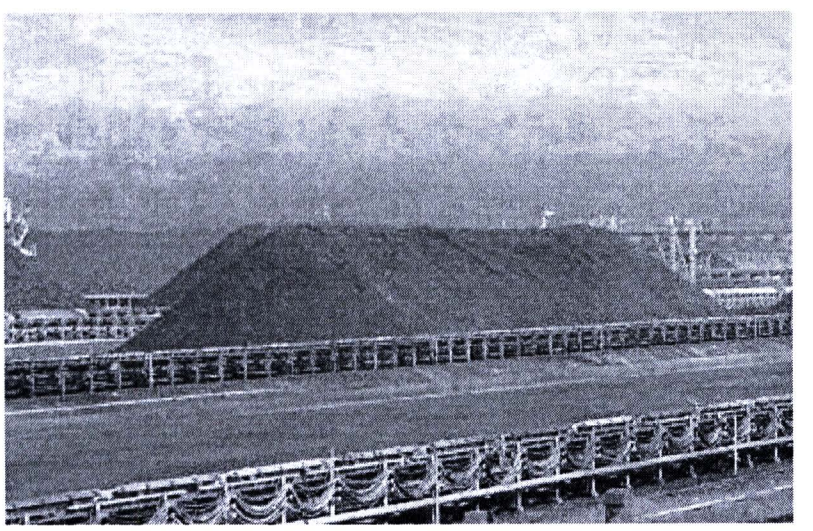
การดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นการลดขนาดของถ่านหินเพื่อให้ได้ขนาดตามที่โรงไฟฟ้ากำหนดไว้ โดยจะใช้เครื่องโม่เพื่อลดขนาดของถ่านหินและขนส่งด้วยระบบสายพานไปยังลานกองถ่าน เพื่อเตรียมส่งให้แก่โรงไฟฟ้าต่อไป โดยตัวอย่างเครื่องจักรกล มีดังนี้



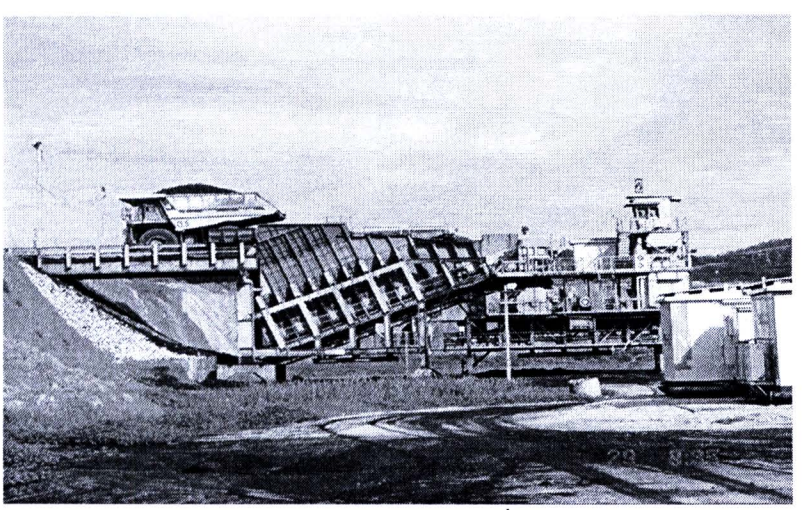
รูป ค5.1 เครื่องโม่และระบบสายพาน



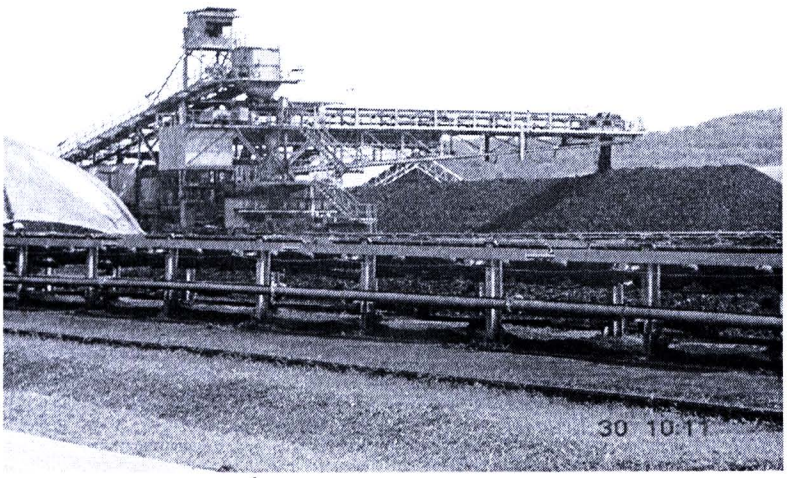
รูป ค5.2 เครื่องโม่ถ่านหิน



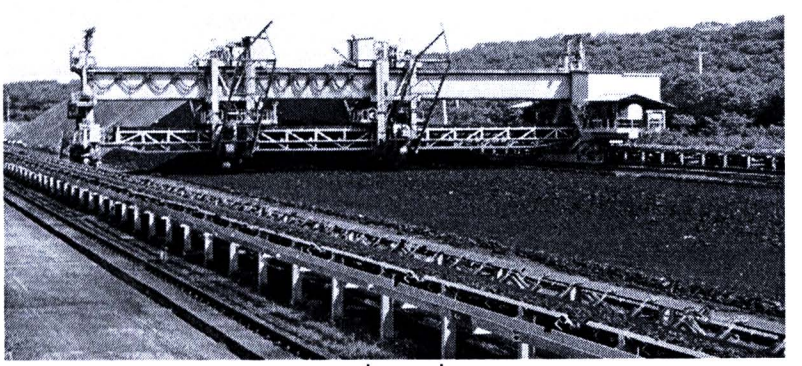
รูป ค5.3 ลานกองถ่านหิน



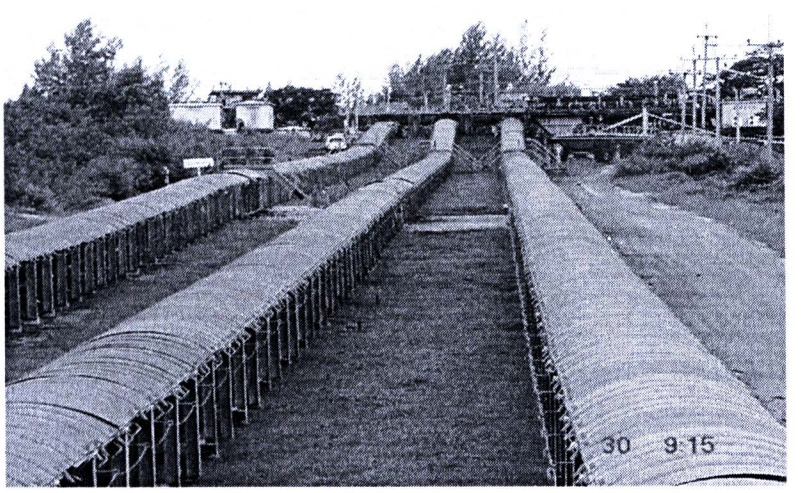
รูป ค5.4 การเทถ่านหินลงสู่เครื่องโม่ถ่าน



รูป ค5.5 เครื่องโปรยถ่านลงบนลานกองถ่านหิน



รูป ค5.6 เครื่องเกลี่ยถ่านหิน

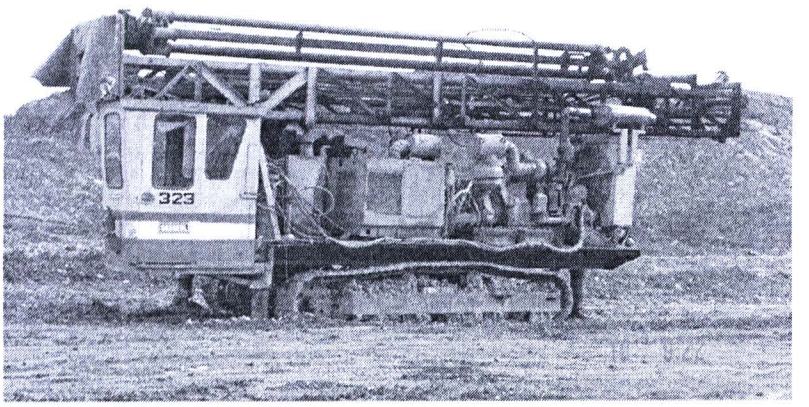


รูป ค5.7 ระบบสายพานขนส่งถ่านหินสู่โรงไฟฟ้า

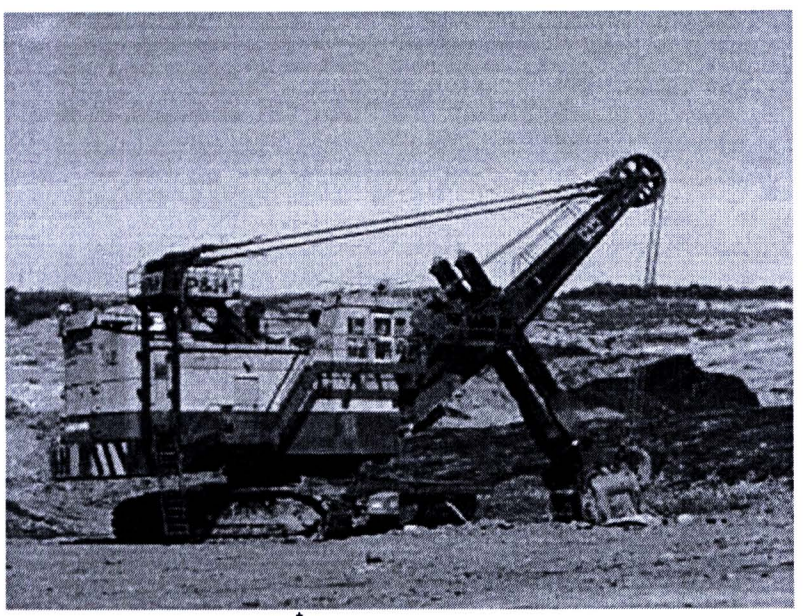
รูป ค5 ขั้นตอนและเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการบดถ่านหิน และขนส่งสู่โรงไฟฟ้า

ค2 ภาพเครื่องจักรกลที่ใช้งานในเหมืองถ่านหิน

จากเครื่องจักรกลในแต่ละกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้วเป็นเพียงเครื่องจักรกลบางส่วนที่ใช้ในเหมืองถ่านหิน ทั้งนี้ยังมีเครื่องจักรชนิดอื่นๆ ที่ยังมิได้กล่าวถึง ซึ่งมีรูปตัวอย่างของเครื่องจักรกลดังรูป ค6



รูป ค6.1 รถเจาะรูระเบิด (Blasting Holder)



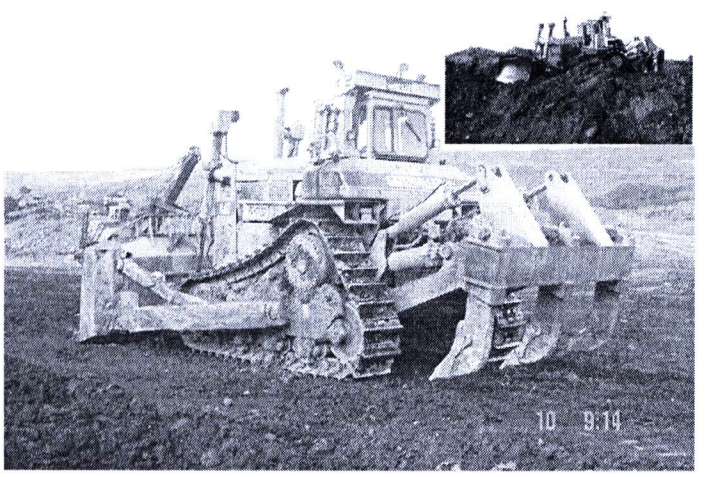
รูป ค6.2 รถขุดบุ๊งกี๋เสย แบบใช้ลวดสลิง (Rope Shovel)

รูป ค6.3 รถดันล้อยาง (Wheel Dozer)

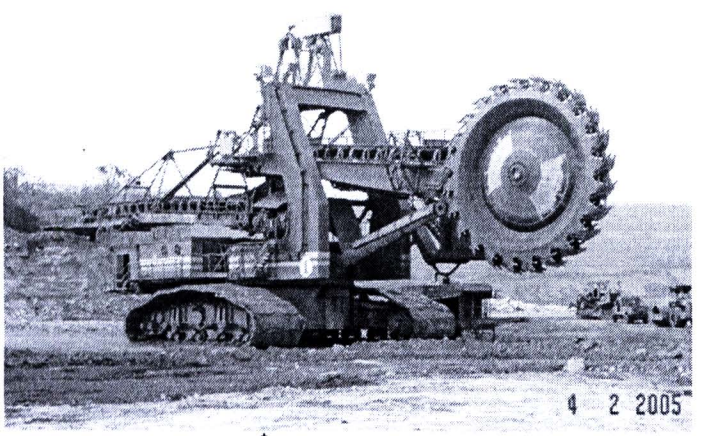
รูป ค6.4 รถขุดปุ๊งกี๋เสย แบบไฮโดรลิค (Hydraulic Shovel)

รูป ค6.5 รถขุดปุ้งกี๋คว่ำ แบบไฮโดรลิค (Hydraulic Back Hoe)

รูป ค6.6 รถตักล้อยาง (Front End Loader)



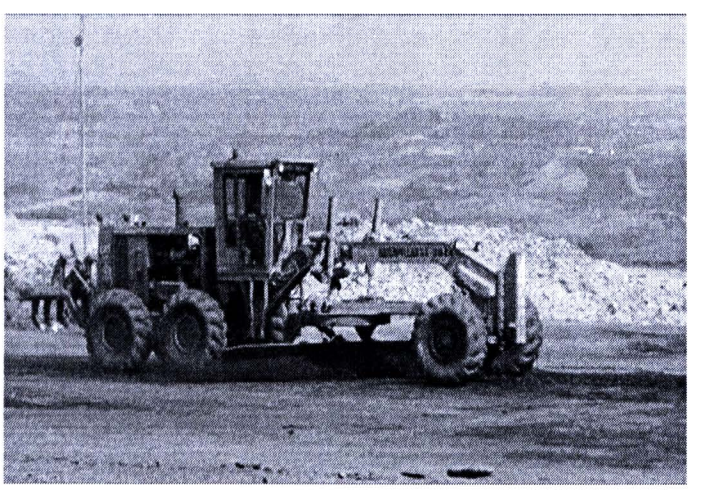
รูป ค6.7 รถแทรคเตอร์ (Track Dozer)



รูป ค6.8 รถขุดปุ้งกี๋หมุน (Bucket Wheel Excavator)

รูป ค6.9 รถบรรทุกเทท้าย (Rear Dump Truck)

รูป ค6.10 รถบรรทุกน้ำ (Water Tank Truck)



รูป ค6.11 รถเกรดถนน (Motor Grader)

รูป ค6 เครื่องจักรกลที่ใช้งานในเหมืองถ่านหิน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นางสาวพัชราพร พงษ์พัฒน์

วัน เดือน ปี เกิด 18 ธันวาคม 2526

ประวัติการศึกษา
- สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล ปีการศึกษา 2544
- สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีการศึกษา 2549

ทุนการศึกษา
- ได้รับเงินสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย โครงการทุนอุดหนุนการวิจัยแก่นักศึกษา ระดับอุดมศึกษา ปี พ.ศ.2553
- ทุนนักศึกษาแลกเปลี่ยนระยะสั้น JASSO ณ Muroran Institution of Technology, Japan (เมษายน 2553 – เมษายน 2554)