บทที่ 2

กรอบแนวคิดและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรอบแนวคิดที่ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย ประวัติความเป็นมาของ บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด แนวคิดเรื่องการทำเหมืองหินในประเทศไทย ซึ่งจะอธิบายถึงลักษณะในการทำเหมืองหินในประเทศไทย และสามารถแบ่งได้กี่ประเภท ทฤษฎีการแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจเลือกเปลี่ยนเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงโม่หินโดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) อธิบายกรอบแนวคิดดังกล่าวดังนี้

2.1 ประวัติความเป็นมาของ บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด

บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด จดทะเบียนเมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2537 ประกอบธุรกิจโรงโม่หิน โดยขออนุญาต ตามมาตรา 9 แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน เพื่อทำเข้าประโยชน์ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่ร่องขุย ณ บริเวณ ดอยโตน ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ ต.แม่กา และ ต.จำปาหวาย อ.เมือง จ.พะเยา ครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 736 ไร่ โดยโรงโม่หินได้รับพื้นที่สัมปทานเนื้อที่ 39 ไร่ 2 งาน 89 ตารางวา เป็นโรงโม่หินแกรนิต ซึ่งกระบวนการผลิตคือระเบิดหินจากหน้าผาแล้วนำใส่รถสิบล้อมาโม่โดยผ่านเครื่องปากโม่หลัก และส่งผ่านสายพานลำเลียงมายังเครื่องบดหิน จากนั้นจะทำการร่อนหินให้ได้ขนาด 5 ขนาดคือ 1", 5/8", 3/4", 3/8" และหินฝุ่น เนื่องจากปัจจุบันทางบริษัทได้ต้องการการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด จึงต้องการปรับปรุงเครื่องจักรเก่า รวมถึงการตัดสินใจเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตหรือการโม่หินให้มากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีปริมาณมากขึ้น และเพื่อผลประโยชน์สูงสุดของบริษัทอีกด้วย

2.1.1 กระบวนการผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

ลักษณะภูมิประเทศของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ตั้งอยู่บนที่ราบ ใกล้เนินภูเขาหินซึ่งได้ประกาศเป็นแหล่งหินของจังหวัดพะเยา มีจำนวนปากโม่ประเภท Jaw crusher ขนาด 50x25 นิ้ว 1 ชุด กำลังผลิตรวม 400 ตัน/ชั่วโมง และปากโม่ประเภท Impact ขนาด 30 นิ้ว 1 ชุด กำลังผลิตรวม 300 ตัน/ชั่วโมง รวมกำลังผลิตทั้งหมด 700 ตัน/ชั่วโมง

- **เครื่องจักรที่ใช้ในการทำเหมืองแร่หินของโรงโม่**

1.	รถแบ็คโฮ (BACKHOE) CAT 320,330	จำนวน	7	คัน
2.	รถตักล้อยาง CAT 950F	จำนวน	3	คัน
3.	รถบรรทุกสิบล้อท้ายเปิด HINO	จำนวน	7	คัน
4.	รถบรรทุกน้ำ	จำนวน	1	คัน
5.	เครื่องเจาะหิน AIR TRACK	จำนวน	2	เครื่อง
6.	ปั๊มลม AIR COMPRESSOR	จำนวน	3	เครื่อง
7.	รถแทรคเตอร์	จำนวน	1	คัน
8.	รถเกรด CAT 140H	จำนวน	1	คัน
9.	รถสิบล้อท้ายปิด HINO	จำนวน	2	คัน
10.	เครื่องปั่นไฟ	จำนวน	1	เครื่อง

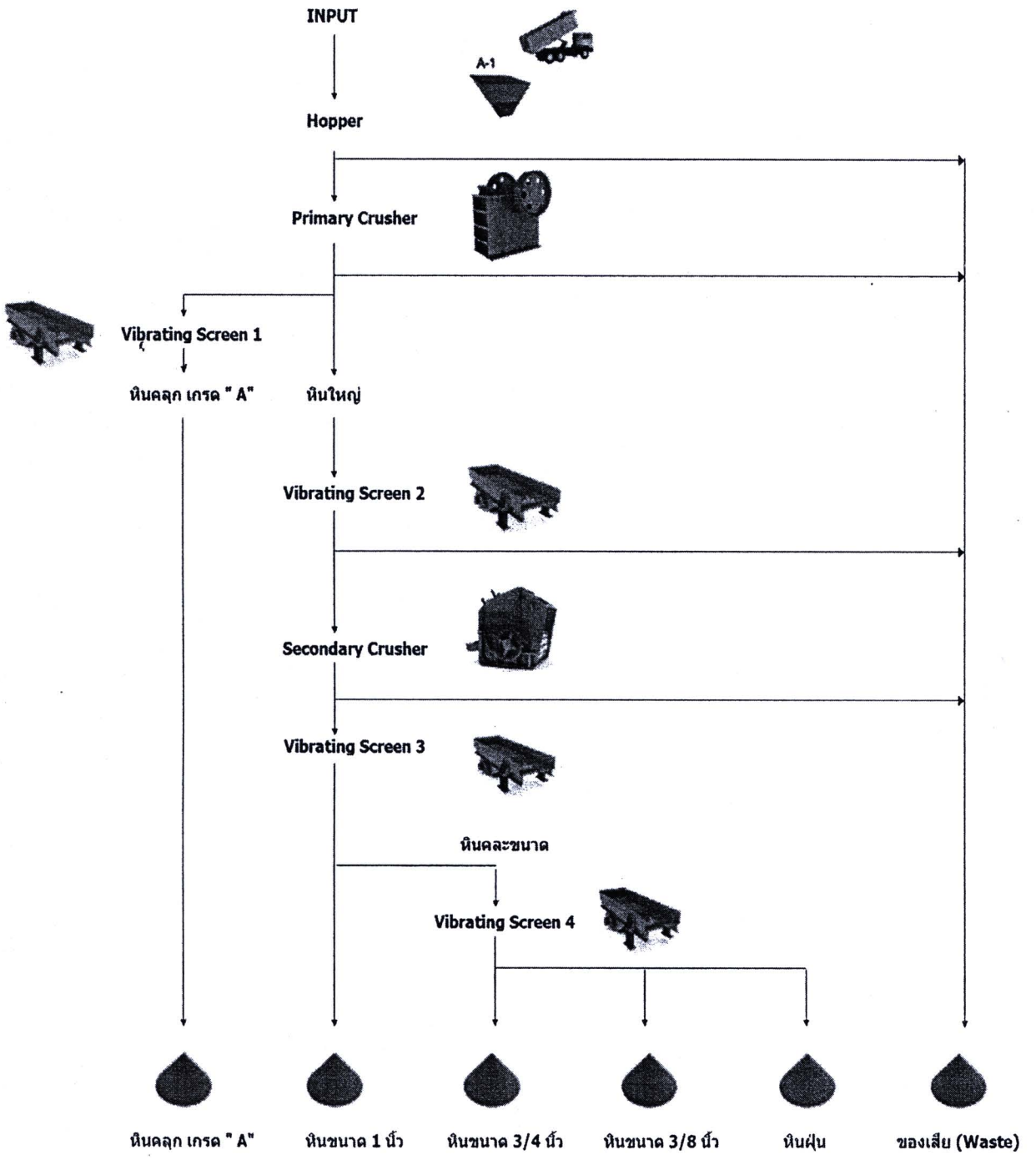
- **เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการโม่หิน**

1.	ยุ้งรับหินใหญ่ (Hopper)	จำนวน	1	ชุด
2.	ปากโม่ประเภท Jaw crusher ขนาด 50x25 นิ้ว	จำนวน	1	ชุด
3.	ปากโม่ประเภท Impact ขนาด 30 นิ้ว	จำนวน	1	ชุด
4.	ตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen)	จำนวน	4	ชุด
5.	สายพานลำเลียงหิน	จำนวน	12	ชุด

2.1.2 กระบวนการโม่หินปูน

หินที่ทำการระเบิดจากหน้าเหมืองจะใช้รถ Backhoe คัดขนาดและตักใส่รถบรรทุกสิบล้อท้ายเปิด ขนจากหน้าเหมืองไปยังยุ้งหิน (Hopper) เพื่อรอการบดย่อยหินและคัดขนาดโดยการผ่านปากโม่แรก (Jaw crusher) จากนั้นหินที่ผ่านการบดจะส่งต่อไปยังสายพานลำเลียงเพื่อแยกดินที่ปนเปื้อนมากับหินโดยการผ่านตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) แล้วจึงลำเลียงหินส่งลงสายพานไปกองเก็บยังอุโมงค์ ซึ่งหินที่กองเก็บนี้เรียกว่ากินขนาด 5/8 นิ้ว จากนั้นจะมีสายพานลำเลียงหินจากอุโมงค์ขึ้นสายพานอีกครั้งเพื่อผ่านตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) ในรอบที่สองเพื่อคัดดินและสิ่งปนเปื้อนออกอีกครั้ง เมื่อคัดจนเหลือแต่เนื้อหินก็จะลำเลียงหินที่สะอาดและได้ขนาดส่งไปยัง ปากโม่สอง (Secondary Crusher) เพื่อทำการบดย่อยลำเลียงผ่านสายพานไปผ่านตะแกรงสั่นคัดขนาด (Vibrating Screen) อีกครั้งเพื่อคัดขนาด เป็นหินแต่ละประเภทดังต่อไปนี้ หินฝุ่น หินเกล็ด (3/8 นิ้ว) หินผสมคอนกรีต (3/4 นิ้ว) และ หิน (1 นิ้ว) ดังรูปที่ 2.1

แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์



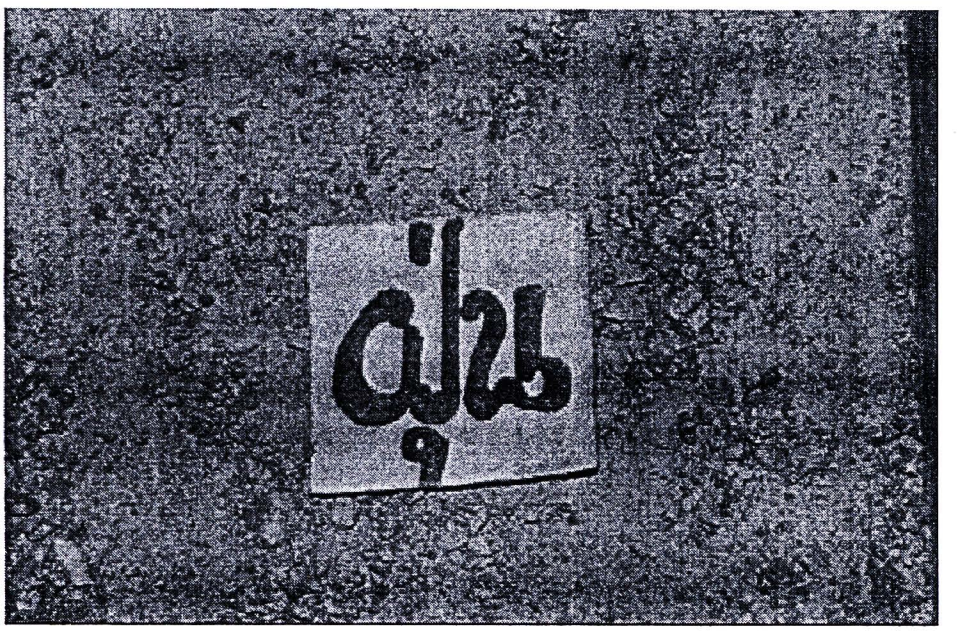
รูปที่ 2.1 แผนภูมิกระบวนการผลิตของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

2.1.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโรงโม่หิน

หินที่ผ่านการโม่และคัดขนาดแล้วจะได้หินออกมาทั้งหมด 5 ประเภท ดังนี้

- **หินคลุก** หมายถึง หินที่มีขนาดคละ เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 32 มิลลิเมตร
- **หินฝุ่น (Dust)** หมายถึง หินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร
- **หินเกล็ด (3/8 นิ้ว)** หมายถึง หินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5 - 10 มิลลิเมตร
- **หินผสมคอนกรีต (3/4 นิ้ว)** หมายถึง หินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 - 20 มิลลิเมตร
- **หิน 1 นิ้ว** หมายถึง หินที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 20 - 25 มิลลิเมตร

รูปที่ 2.2 หินคลุก



รูปที่ 2.3 หินฝุ่น

รูปที่ 2.4 หินเกล็ด (3/8 นิ้ว)

รูปที่ 2.5 หินผสมคอนกรีต (3/4 นิ้ว)

รูปที่ 2.6 หิน 1 นิ้ว

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณหินรายเดือนที่ป้อนเข้าในกระบวนการของโรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์

เดือน	ปริมาณหิน (คิว หรือ ลบ.ม.)
มกราคม 2553	31,859
กุมภาพันธ์ 2553	32,064
มีนาคม 2553	27,957
เมษายน 2553	28,662
พฤษภาคม 2553	26,917
มิถุนายน 2553	23,571
กรกฎาคม 2553	25,949
สิงหาคม 2553	27,598
กันยายน 2553	26,326
ตุลาคม 2553	23,797
พฤศจิกายน 2553	23,884
ธันวาคม 2553	24,505
ปริมาณหินเฉลี่ย (Average)	**26,924.2**
ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐาน (Std.)	**2903.5**

(ที่มา: บริษัท พะเยาศิลาภัณฑ์ จำกัด)

2.2 แนวคิดเรื่องการทำเหมืองหินในประเทศไทย

การทำเหมืองหินนั้นต้องให้ประชาชนในพื้นที่ที่ยินยอมโดยการทำประชาวิจารณ์จากนั้นจึงส่งเรื่องให้กรมป่าไม้พิจารณาเมื่อกรมป่าไม้พิจารณายินยอมก็จะดำเนินการส่งเรื่องมาที่อุตสาหกรรมจังหวัดเพื่อให้อุตสาหกรรมจังหวัดประกาศให้พื้นที่นั้นเป็นแหล่งหิน โรงโม่หินพะเยาศิลาภัณฑ์ ได้ทำการขออนุญาตตามมาตรา 9 แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน เพื่อเข้าทำประโยชน์ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่ร่องขุย ณ บริเวณ ดอยโตน หมู่ที่ 3 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เป็นการชั่วคราว มีกำหนดระยะเวลาทุกๆ 5 ปี ในการขอประธานบัตรเพื่อขอทำประโยชน์ ซึ่งมีเนื้อที่ 39 ไร่ 2 งาน 89 ตารางวา

วัตถุดิบหรือหินที่ทำเหมือง เป็นหินที่ต้องระเบิดจากภูเขา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินปูนเพราะหาได้ง่าย ระเบิดและโม่ง่าย แต่ในปัจจุบันหินแกรนิตเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพราะความต้องการวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติแข็งมากขึ้น เช่น หินสำหรับทำ Non-skid surface เทคโนโลยีคอนกรีตเพื่อการก่อสร้างตึกสูง ซึ่งมีการพัฒนาคอนกรีตธรรมดาเป็น High strength concrete และเป็น Super strength concrete

2.2.1 ปัจจัยในพิจารณาการทำเหมืองหิน

1. การออกแบบเหมือง จะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการทำเหมือง และความปลอดภัยเป็นสำคัญ ซึ่งต้องพิจารณาตั้งแต่เริ่มการพัฒนาหน้าเหมือง ขั้นตอนการทำเหมือง และอาณาเขตสุดท้ายที่จะทำเหมืองได้

2. การเจาะระเบิด ควรพิจารณาถึงลักษณะทางธรณีวิทยาเพื่อที่จะได้เดินหน้าเหมืองได้อย่างปลอดภัยและประหยัดค่าใช้จ่าย

3. ขนาดของรูเจาะ มีผลต่อขนาดของหินที่จะระเบิดออกมา ซึ่งจะส่งผลต่อการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัก การขนย้าย และขนาดของปากโม่ปากแรก (Primary crushing) ที่จะเลือกใช้

4. เครื่องจักรและอุปกรณ์ ต้องเลือกให้เหมาะสมกับขนาดของหน้าเหมืองและเหมาะสมกับอัตราการผลิตที่ต้องการ

5. วัตถุระเบิด และอุปกรณ์ ในการใช้วัตถุระเบิด ตำแหน่งรูเจาะ ความเอียงของรูเจาะ และปริมาณวัตถุระเบิกด จะต้องเลือกและออกแบบให้ถูกต้อง เพื่อการระเบิดจะได้ดีที่สุดและมีความปลอดภัยสูง

6. อุปกรณ์การตักและการขนส่ง รถตัก และรถขนส่ง จะต้องมีความสัมพันธ์กันต้องเหมาะสมกับหน้างาน ขนาดของหินที่ได้จากการระเบิด และอัตราการผลิต

2.2.2 รูปแบบของการทำเหมืองหิน

การทำเมืองหินในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ตามวิธีการทำเหมืองและลักษณะภูมิประเทศได้ 3 ประเภท คือ

1. การทำเหมืองแบบห้อยโหนเจาะ และระเบิดเป็นหน้าผาในพื้นที่ที่เป็นภูเขา

ลักษณะการทำเหมืองแบบห้อยโหน จะใช้วิธีห้อยโหนเชือกเจาะหิน และระเบิดเป็นหน้าผาทำให้ลักษณะหน้าเหมืองมีความสูงชันและไม่ปลอดภัย ตลอดจนไม่สามารถจัดการด้านการควบคุมผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ แต่ข้อดีคือใช้เงินลงทุนต่ำและไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาหน้าเหมืองมากนัก ซึ่งปัจจุบันรูปแบบการทำเหมืองมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ได้มีการพัฒนาการทำเหมืองเป็นการทำเหมืองแบบขั้นบันได

สาเหตุที่มาของการทำเหมืองหินโดยวิธีนี้คือ การมีพื้นที่ในการทำเหมืองจำกัด จึงไม่สามารถพัฒนาให้มีหน้าเหมืองแบบขั้นบันไดได้ การจ้างเหมาเจาะระเบิดซึ่งไม่ต้องใช้เงินลงทุนในการซื้อเครื่องเจาะระเบิดขนาดใหญ่ และข้อจำกัดตามเงื่อนไขมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพื้นที่ใบอนุญาตตามมาตรา 9 แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน ที่ห้ามใช้รูเจาะระเบิดขนาดโตกว่า 1 1/2นิ้ว เนื่องจากเกรงว่าจะทำให้เกิดผลกระทบด้านเสียงดังและความสั่นสะเทือนจากการระเบิดอย่างรุนแรง เป็นสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ยังมีการเจาะระเบิดแบบห้อยโหนเจาะอยู่เช่นเดิมแม้ว่าระดับหน้าเหมืองจะต่ำกว่าระดับผิวดิน

2. การทำเหมืองแบบขั้นบันไดบนพื้นที่ที่เป็นภูเขา

การทำเหมืองหินลักษณะนี้มักมีการทำเหมืองเป็นขั้นบันได มีความสูงของหน้าเหมือง 8-20 เมตร กว้าง 10-200 เมตร หน้าเหมืองมักมีลักษณะการพัฒนาอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม มีความปลอดภัยสูงและสามารถควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้จำกัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ข้อดีของการทำเหมืองแบบขั้นบันไดในพื้นที่บนภูเขา

- มีความปลอดภัยในการทำงานสูง
- ลักษณะหน้าเหมืองเอื้ออำนวยต่อการวางแผนการจัดการด้านการผลิตได้เป็นอย่างดี ง่ายต่อการเพิ่มกำลังการผลิตและสามารถเลือกผลิตหินที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาด
- สามารถควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้มีความจำกัดได้
- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินกรรมสิทธิ์มากนักเพราะพื้นที่มักเป็นพื้นที่ป่า

ข้อเสียของการทำเหมืองแบบขั้นบันไดในพื้นที่บนภูเขา

- ใช้เงินลงทุนสูง
- ใช้เวลาและเงินลงทุนในการพัฒนาหน้าเหมืองมาก
- การทำเหมืองต้องใช้วิศวกรเหมืองแร่ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์สูงตลอดจนต้องใช้บุคลากรที่มีคุณภาพสูง
- หากมีการออกแบบการปฏิบัติงานที่ไม่ดีพอบางครั้งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงได้เช่น ผลกระทบด้านเสียงดัง คลื่นอากาศ (Air Blast) และความสั่นสะเทือนจากการระเบิดหิน ปัญหาฝุ่นละอองจากการทำเหมืองเป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

3. การทำเหมืองแบบขั้นบันไดมีลักษณะเป็นบ่อบนพื้นที่ราบ

การทำเหมืองแร่และเหมืองหินบนพื้นราบ มักเป็นการทำเหมืองที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมใช้เครื่องเจาะระเบิดและเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำเหมืองขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ ใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง หน้าเหมืองมักจะมีความปลอดภัยสูง ยกเว้นการทำเหมืองเพียงบางแห่งที่ยังอาจมีการทำเหมืองที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม โดยมีการทำเหมืองไปตามสายแร่ไม่มีข้อมูลการเจาะสำรวจแร่ที่เพียงพอ หน้าเหมืองมักยังคงมีสภาพสูงชัน

การแปรรูปหรือการโม่หิน

วัตถุประสงค์ของการโม่หินคือ การแปรรูปขนาดของหินให้มีขนาดเล็กลงตามความต้องการเครื่องโม่ที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ เป็นเครื่องโม่แบบปากกระทบหรือ Jaw crusher และใช้แรงงานคนในการหยิบหินป้อนปากโม่ เมื่อหินจากหน้าเหมืองมีขนาดใหญ่ การโม่ครั้งเดียวให้ได้หินขนาดเล็กก็ไม่สามารถทำได้ การโม่หินจึงมีการพัฒนาเป็นขั้นตอน เริ่มจากการโม่หินขนาดใหญ่จากหน้าเหมืองด้วยปากโม่ซึ่งเป็นการโม่ครั้งแรกให้มีขนาดเล็กลง (Primary crusher) จากนั้นจึงป้อนเข้าเครื่องโม่ปากที่สอง (Secondary crusher) และโรงโม่บางโรงที่มีกำลังการผลิตสูงจำเป็นต้องมีเครื่องโม่ปากที่สาม (Tertiary crusher) ช่วยย่อยหินอีกครั้ง ดังนั้นการเลือกชุดเครื่องโม่หินเป็นเรื่องสำคัญที่สุดเพราะค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในการทำผลิตถัณฑ์หินเพื่อการก่อสร้าง จะอยู่ในขั้นตอนของการโม่หิน

การเลือกชุดเครื่องโม่หิน สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาคือ ต้องการผลิตหินกี่ประเภทกี่ขนาด จะมีเพียงเครื่องโม่ปากแรก (Primary crusher) และเครื่องโม่ปากที่สอง (Secondary crusher) เท่านั้นหรือมีเครื่องโม่ปากสาม และปากที่สี่ไปเรื่อยๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์หลายขนาดหลายประเภทอย่างไรก็ตามการเลือกชุดเครื่องโม่หิน โดยเฉพาะเครื่องโม่ปากแรก และปากที่สองเป็นส่วนที่สำคัญจะต้องพิจารณาให้สามารถทำงานได้สัมพันธ์กัน และคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละเครื่องด้วย ชุดปากโม่ที่ดี นอกจากจะแปรรูปหรือโม่หินได้โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยแล้วยังต้องสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ด้วย และถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตหรือเพิ่มประเภทของผลิตภัณฑ์ ก็สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ยาก และไม่เสียค่าใช้จ่ายสูง

ข้อพิจารณาในการเลือกชุดเครื่องโม่หิน

1. ยุ้งรับหินใหญ่ ส่วนใหญ่กำหนดตามขนาด และช่วงเวลา ที่รถขนหินจากหน้าเหมืองมาเทลงยุ้งขนาดของยุ้งจะมีจะมีความจุเพียงพอที่จะมีหินให้เครื่องโม่ปากแรก ทำงานได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดการติดขัดในการขนหินใหญ่

2. เครื่องป้อนหินลงเครื่องโม่ปากแรก มีอยู่หลายแบบ ได้แก่ แบบที่ป้อนหินทั้งหมดลงปากโม่ แบบที่คัดขนาดหินเล็กออกก่อน แบบที่ป้อนหินลงปากโม่ตลอดเวลา และแบบที่

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 17 ต.ค. 2554
เลขทะเบียน 242614
เลขเรียกหนังสือ

ป้อนหินลงปากโม่เป็นจังหวะ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ การป้อนหินลงปากโม่มีผลต่ออัตราการโม่ของปากโม่ จะต้องพิจารณาว่าขนาดของเครื่องป้อนหินใหญ่พอที่จะรับหินจากหน้าเหมืองโดยไม่ติดขัด และสามารถปรับอัตราการป้อนได้ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน และอัตราการโม่

3. เครื่องโม่ปากแรก (Primary crusher) เครื่องโม่ประเภท Jaw crusher เป็นที่นิยมใช้เป็นเครื่องโม่ปากแรกที่อัตราการผลิตไม่สูงมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบ Single Toggle ซึ่งมีการสึกหรอสูงเมื่อใช้กับหินแข็งส่วน Jaw crusher แบบ Double Toggle จะมีการสึกหรอน้อยกว่า และมีราคาสูงกว่าที่อัตราการผลิตเท่ากัน จะคุ้มค่ากว่าในระยะยาว นอกจากนี้ยังมีเครื่องโม่ประเภท Impact crusher ซึ่งจะใช้ได้ดีกับหินที่ไม่แข็งมากเท่านั้น ถ้าเป็นหินแข็งระดับหินแกรนิตหรือหินปูนที่มี silica สูงการสึกหรอจะสูง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการโม่สูงไปด้วย และอีกประเภทคือ Gyratory crusher ใช้กรณีที่อัตราการผลิตสูงมากซึ่งจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

4. เครื่องโม่ปากที่สอง (Secondary crusher) และปากต่อๆ ไป สามารถเลือกใช้ได้หลายประเภท เช่น Jaw crusher, Hammer mill, Impact crusher, Gyratory crusher, Cone crusher และ Vertical shaft crusher ซึ่งการเลือกใช้เครื่องโม่ปากที่สอง ชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความแข็งของหิน ขนาดความละเอียดของหินที่ต้องการ หากหินที่นำมาโม่มีความแข็งมาก เช่น หินแกรนิต ควรใช้ ประเภท Cone crusher หรือประเภท Gyratory crusher เป็นเครื่องโม่ที่ 2 แต่ราคาของเครื่องโม่ทั้งสองประเภทสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องโม่ประเภทอื่นๆ แต่ถ้าหากหินที่นำมาโม่มีความแข็งไม่มากก็ควรใช้เครื่องโม่ประเภท Jaw crusher, Hammer mill, Impact crusher เพราะราคาไม่สูงมาก

5. ตะแกรงคัดขนาด ส่วนใหญ่เป็นตะแกรงสั่น (Vibrating Screen) โดยมากออกแบบไว้มีขนาดเพียงพอ

6. สายพานลำเลียง โดยมากจะเลือกใช้ขนาดใหญ่

7. Breaker ในกรณีที่หินจากหน้าเหมืองมีขนาดใหญ่กว่าปกติ ทำให้ไม่สามารถป้อนลงปากโม่ได้การใช้ Breaker จะช่วยลดขนาดของหินให้เล็กลง

2.2.3 เทคนิคการโม่หิน

ในปัจจุบันโรงโม่หินส่วนใหญ่ใช้หินปูนเป็นวัตถุดิบ หินปูนเป็นหินที่ไม่แข็งมากนัก การโม่หินปูนจึงสามารถเลือกใช้เครื่องโม่ชนิดใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด ว่าต้องการหินขนาดใด และมากน้อยเพียงใด ผู้ประกอบการควรเลือกเทคนิคการโม่หินให้สามารถผลิตหินได้ตรงตามความต้องการของตลาด หรือวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เทคนิคการผลิต หรือการโม่หินที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ

- **เทคนิคการผลิตแบบที่ 1** เป็นเทคนิคการผลิตซึ่งใช้ Jaw crusher เป็นเครื่องโม่ปากแรก(Primary crusher) และใช้ Cone crusher เป็นเครื่องโม่ปากที่สองและที่สาม (Secondary crusher and Tertiary crusher) เทคนิคการผลิตดังกล่าวนี้จะสามารถย่อยหินให้ได้ผลผลิตขนาดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่ คือหินขนาด 2 นิ้ว 1 นิ้ว 3/4 นิ้ว และ ½ นิ้ว หินดังกล่าวนี้มีราคาจำหน่ายสูง เพราะเป็นที่ต้องการของตลาด และเทคนิคการผลิตนี้จะให้ผลผลิตหินที่มีขนาดเล็ก คือหิน 3/8 นิ้ว และหินฝุ่น ในปริมาณน้อย ซึ่งหินสองชนิดนี้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดราคาจึงต่ำ แต่เทคนิคนี้ต้องใช้เงินลงทุนสูง เนื่องจากเครื่องโม่ที่สองและสามมีราคาแพง
- **เทคนิคการผลิตแบบที่ 2** เป็นเทคนิคการผลิตซึ่งใช้ Jaw crusher เป็นเครื่องโม่ปากแรก (Primary crusher) และใช้ Impact crusher เป็นเครื่องโม่ปากที่สองและที่สาม (Secondary crusher and Tertiary crusher) เทคนิคการผลิตดังกล่าวนี้จะสามารถย่อยหินให้ได้ผลผลิตขนาด 1/2 นิ้ว และ 3/8 นิ้ว และหินฝุ่นจำนวนมาก ซึ่งหินดังกล่าวมีราคาถูก แต่เทคนิคการผลิตแบบนี้ใช้เงินลงทุนน้อย เนื่องจากเครื่องโม่ที่สองและสามมีราคาถูก

2.3 การประเมินโครงการ

หลักเกณฑ์ที่จะใช้ประเมิน โครงการลงทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจว่าหน่วยธุรกิจควรจะลงทุนในโครงการนั้นหรือไม่ มีหลักเกณฑ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด (Discounted payback period)
2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)
3. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return)

2.3.1 ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด (Discounted payback period)

ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด คือ จำนวนปีที่ชดเชยเงินลงทุนเริ่มต้นได้หมดจากกระแสเงินสดคิดลดสุทธิ (Discounted net cash flows) สมการหาระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด คือ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด} = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{กระแสเงินสดคิดลดที่เหลือ}}{\text{กระแสเงินสดคิดลดทั้งปี}}$$

การคัดเลือกโครงการ

ถ้า DPB ของโครงการ < จำนวนปีที่กำหนด ควรลงทุน

ถ้า DPB ของโครงการ > จำนวนปีที่กำหนด ไม่ควรลงทุน

ถ้า DPB ของโครงการ = จำนวนปีที่กำหนด ลงทุน หรือไม่ลงทุนก็ได้

2.3.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

หลักเกณฑ์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ หมายถึง ค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิซึ่งใช้ต้นทุนของเงินทุนเป็นอัตราหักลด แล้วนำมาหักด้วยจำนวนเงินที่ลงทุน เราสามารถคำนวณหามูลค่าปัจจุบันได้จากสมการ โดยในกรณีโครงการลงทุนสิ้นสุดลงแล้ว ยังมีทรัพย์สินที่มีมูลค่าซึ่งสามารถนำไปขายทำรายรับให้แก่กิจการได้ สมการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ

$$NPV = R1/(1+k) + R2/(1+k)2 +...+Rn/(1+k)n + S/(1+k)n - C0 \quad (2.1)$$

โดย NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดรับสุทธิ

R1...Rn = กระแสเงินสดรับสุทธิของปีที่ 1 , ปีที่2 ...ปีที่n

k = ต้นทุนของเงินทุน

C0 = จำนวนเงินลงทุนเมื่อเริ่มต้น

n = อายุโครงการ

S = ราคาซากของทรัพย์สิน

การคัดเลือกโครงการ

ถ้า NPV ของโครงการ > 0 หรือ ควรลงทุน

ถ้า NPV ของโครงการ < 0 หรือ ไม่ควรลงทุน

ถ้า NPV ของโครงการ = 0 หรือ ลงทุน หรือไม่ลงทุนก็ได้

2.3.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน หมายถึง ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการหรืออัตราดอกเบี้ยในการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันมีค่าเป็นบวก อัตราดอกเบี้ยที่ระดับที่สูงกว่าจะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าลดลงและลดลงต่อไปตราบเท่าที่อัตราของอัตราดอกเบี้ยยังคงเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ในท้ายที่สุดจะมีอัตราดอกเบี้ยระดับหนึ่งที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์พอดีซึ่งก็คืออัตราผลตอบแทนภายในโครงการซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C0 = R1/(1+r) + R2/(1+r)2 +...+ Rn/(1+r)n \quad (2.2)$$

โดย C0 = จำนวนเงินลงทุนเมื่อเริ่มต้น

R1...Rn = กระแสเงินสดรับสุทธิของปีที่ 1 , ปีที่2 ...ปีที่n

n = อายุโครงการ

r = อัตราหักลดหรืออัตราผลตอบแทนภายใน

การคัดเลือกโครงการ

ถ้า IRR ของโครงการ > k หรือ IRR ที่กำหนด ควรลงทุน

ถ้า IRR ของโครงการ < k หรือ IRR ที่กำหนด ไม่ควรลงทุน

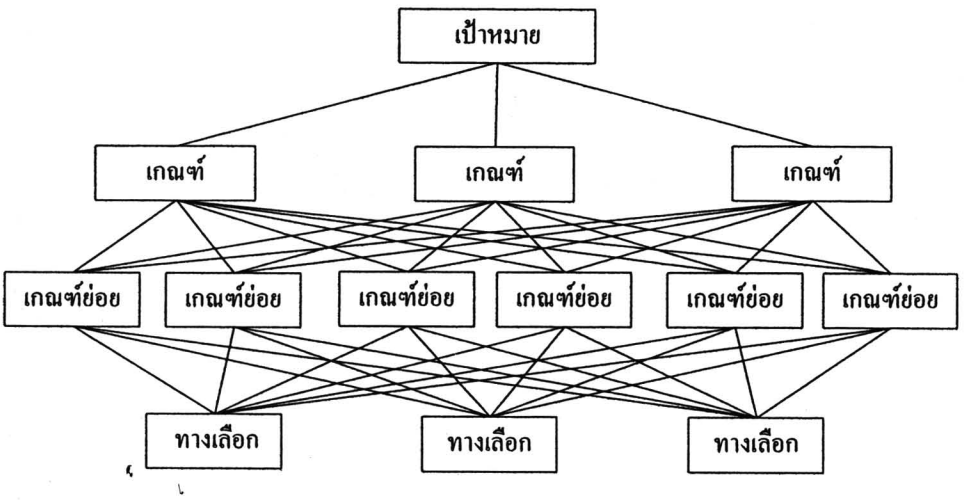
ถ้า IRR ของโครงการ = k หรือ IRR ที่กำหนด ลงทุน หรือไม่ลงทุนก็ได้

2.4 การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process)

โดยในการใช้เทคนิคการตัดสินใจนั้นมีข้อมูลหลายลักษณะ บางครั้งเกณฑ์ในการตัดสินใจเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาเป็นตัวเลขได้ง่าย การให้ค่าน้ำหนักปัจจัยจึงต้องอาศัยเทคนิคการตัดสินใจที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพได้ดี จากการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เป็นเทคนิคการตัดสินใจเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้น และสามารถนำมาใช้ในการหาค่าน้ำหนักได้ดี ในกรณีข้อมูลอยู่ในรูปที่ไม่เป็นตัวเลขได้ดี

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi – Criteria Decision Making Method) นั่นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ และมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจในสิ่งที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจน ว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด การที่จะตัดสินใจโดยใช้กระบวนวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ได้นั้น ต้องใช้สิ่งต่างๆ มาวิเคราะห์และคำนวณ ดังนี้

1. เกณฑ์ (กำหนดโดยผู้ตัดสินใจ)
2. การเปรียบเทียบตามเกณฑ์ (พิจารณาโดยผู้ตัดสินใจ)
3. ตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ



รูปที่ 2.7 ผังลำดับชั้น

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นให้วิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่ โดยให้ความสำคัญตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ และคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละชั้น กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีขั้นตอนดำเนินการ ดังรูป 2.7

2.4.1 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์

โดยแบ่งกลุ่มองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นระดับชั้น โดยจัดทำเป็นแผนภูมิระดับชั้นดังนี้

- ระดับชั้นบนสุด คือเป้าหมาย หรือปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ (Goal)
- ระดับชั้นที่ 2 คือเกณฑ์ (Criteria)
- ระดับชั้นที่ 3 คือเกณฑ์ย่อย (Sub criteria)
- ระดับชั้นสุดท้าย คือ ทางเลือก (Alternative)

2.4.2 การคำนวณหาลำดับความสำคัญ

ในแต่ระดับชั้นให้พิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่างๆ ในระดับชั้นเดียวกัน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) ตามตารางที่ 2.2 ระดับความสำคัญ หรือความชอบ

การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) หมายถึง การเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าคะแนนความสำคัญสัมพัทธ์ระหว่างองค์ประกอบคู่หนึ่งๆ เพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือก

ระดับความสำคัญ หรือความชอบ (Preference Level) หมายถึง ตัวเลขที่ใช้แสดงความสำคัญขององค์ประกอบหนึ่งเทียบกับอีกองค์ประกอบหนึ่งในตารางการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ โดยมีค่าตั้งแต่ 1, 3, 5, 7 และ 9 ส่วน 2, 4, 6, 8 เป็นค่าระหว่างกลาง ใช้ในกรณีผลการวินิจฉัยเป็นไปในลักษณะที่ก้ำกึ่ง และไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดที่เหมาะสมได้

ตารางที่ 2.2 ตารางระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ หรือความชอบ (Preference Level)	**ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Valve)**
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preferred)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preferred)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preferred)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preferred)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ตัวอย่างการเปรียบเทียบความสำคัญ

การเลือกซื้อสินค้า โดยใช้เกณฑ์คุณภาพ

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่ในเรื่องของเกณฑ์คุณภาพ

เกณฑ์คุณภาพ	**A**	**B**
A	1	7
B	1/7	1

หมายเหตุ ทางเลือกเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบแนวนอนและแนวตั้งจะแสดงตัวเลขเท่ากับ 1

ในเกณฑ์ด้านคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ A มีคุณภาพสูงกว่าผลิตภัณฑ์ B โดยให้ A มีค่าระดับความสำคัญมากกว่า (Very Strongly Preferred) ของ B หรือแสดงเป็นตัวเลขเท่ากับ 7 เมื่อเปรียบเทียบกลับกันผลิตภัณฑ์ B ก็จะมีคุณภาพเป็น 1/7 ของผลิตภัณฑ์ A

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่ แล้วก็คำนวณหาลำดับความสำคัญในแต่ละระดับชั้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณ 2 วิธี คือแบบประมาณ และแบบละเอียด อย่างไรก็ดีเพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจในเอกสารนี้ จึงใช้วิธีการคำนวณแบบประมาณซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกแต่ละคู่ในรูปของเมตริกซ์ (Pairwise Comparison matrix) กล่าวคือในแถวแนวนอนและแนวตั้งจะเป็นการเปรียบเทียบทุกๆเกณฑ์ หรือทุกๆ ทางเลือก ถ้าการเปรียบเทียบดังตัวอย่างตารางที่ 2.3

2. คำนวณ Normalized โดยใช้เมตริกซ์ในข้อ 1 คือการหาค่าปรับเรียบของค่าแต่ละเกณฑ์และทางเลือก โดยจะใช้วิธีแบบเส้นตรงหรือ Linear คือการปรับให้ตัวเลขที่มี ค่าดีที่สุดมีค่าเป็น 1 ซึ่งเป็นจำนวนเต็มและตัวเลขน้อยลงมา

3. คำนวณหาผลรวมของแถวจากการคูณกันแต่ละตัวจากค่าการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ แล้วทำการหาค่ารากที่ จำนวนเท่ากับจำนวนของทางเลือก แล้วปรับค่าโดยนำ ค่าผลรวมของผลในแต่ละทางเลือก แล้วนำผลรวมไปหารแต่ละตัว ดังตัวอย่าง

$$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}\begin{bmatrix} (1*7)^{1/2} = 2.64 \\ (1/7*1)^{1/2} = \underline{0.38} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.87 \\ 0.13 \end{bmatrix}$$

Sum = 3.04

4. ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency)

การตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency)

การวัดความสอดคล้องของเหตุผลนี้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นการยืนยันกระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผลของมนุษย์ว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่มีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงใด การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) จึงสร้างกลไกที่จะตรวจสอบการเปรียบเทียบว่ามีเหตุผลหรือไม่ กลไกนั้นได้แก่มาตรฐานของความสอดคล้องของเหตุผลของการเปรียบเทียบ ถ้าการเปรียบเทียบเบี่ยงเบนไปจากค่ามาตรฐานจนเกินกว่าค่าที่จะยอมรับได้ก็หมายถึง การเปรียบเทียบนั้นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข หรือปรับโครงสร้างแผนภูมิตามลำดับชั้นใหม่ ความสอดคล้องนี้ถือว่าสมบูรณ์ถ้าการเปรียบเทียบปัจจัยทุกๆ ปัจจัยมีการเชื่อมโยงกันอย่างถูกต้อง

100 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้องของข้อมูลขอแสดงตัวอย่างง่ายๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของความสอดคล้อง เช่น วิเคราะห์เปรียบเทียบว่า A มีความสำคัญมากกว่า B 2 เท่า และ B มีความสำคัญมากกว่า C 4 เท่า ดังนั้น A ควรมีความสำคัญกว่า C 8 เท่า แต่ถ้าวิเคราะห์ว่า A มีความสำคัญมากกว่า C 2 เท่านั่นหมาย ถึง การวิเคราะห์ในตัวอย่างนี้ไม่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งบางครั้งการวิเคราะห์อาจไม่มีความสอดคล้องของข้อมูลเกิดขึ้นได้ การแก้ไขก็คือทบทวนกระบวนการใหม่เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมามีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ความสอดคล้องของข้อมูลจะต้องตรวจสอบจากค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ว่ายอมรับได้หรือไม่

1). สัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (2.3)$$

CR = ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

CI = ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

RI = ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index)

2). ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n-1} \qquad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{i/r_i}}{n} \qquad (2.4)$$

3). ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index, RI) RI เป็นค่าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง สามารถหาได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละจำนวนทางเลือก

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

โดยค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (CR) ที่ยอมรับได้ คือ 0.1 หรือน้อยกว่า หากค่าความสอดคล้องสูงกว่าที่ยอมรับได้ต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบใหม่

5. นำค่าที่ได้ในข้อที่ 4 มาคูณกับน้ำหนักแต่ละเกณฑ์หรือทางเลือกแล้วหาค่ารวมในแต่ละทางเลือก
6. เลือกทางเลือกที่มีค่ามากที่สุดจะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดและตัวเลือกอื่นๆ รองลงมา

2.5 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process)

การตัดสินใจเลือกทางเลือกจากหลายๆปัจจัยภายใต้เงื่อนไขที่ซับซ้อนนั้น อาจเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาเลือกทางเลือก จึงทำให้มีผู้คิดค้นทฤษฎีต่างๆ หรือเทคนิคขึ้นมาเพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) เป็นเทคนิคหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว มีผู้ศึกษาหลายคณะได้นำไปใช้อย่างได้ผล โดยเทคนิคการตัดสินใจเลือกทางเลือกหลายคุณสมบัติหรือหลายเกณฑ์ได้ถูกนำมาใช้ในการเลือกจากตัวเลือกที่มีคุณสมบัติต่างกัน โดยการนำข้อมูลข้อเท็จจริงและคุณสมบัติของตัวเลือกที่มีอยู่ ที่เป็นข้อมูลในลักษณะเชิงคุณภาพ และข้อมูลเป็นจำนวนตัวเลข โดยการตัดสินใจนั้นจะขึ้นอยู่กับการจัดลำดับและการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย จนได้ทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งตัวอย่างในการนำทฤษฎีการตัดสินใจจากหลายๆเงื่อนไข หรือหลายๆเกณฑ์คุณสมบัติหรือ การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) เช่น สกนธ์ คล่องบุญจิต อุดม จันทร์จรัสสุข และเอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ (2542) ได้ประยุกต์ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์กับปัญหาด้านการเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการ ซึ่งเป็นร้านค้าประเภทแฟรนไชส์ กลุ่มผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาประกอบด้วย เงินลงทุนเริ่มต้น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ปริมาณลูกค้า ความสะดวกของทำเลที่ตั้งสำหรับลูกค้า สภาพแวดล้อมรอบๆ ทำเลที่ตั้ง ระบบการคมนาคม จากการวิเคราะห์ตัวแปรทั้งหมดผ่านทางเลือก 2 ทางคือ ตึกแถวในซอยเซนต์หลุยส์ 3 และตึกแถวบนถนนจันทร์ตัดใหม่ โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า ทางเลือกที่ตึกแถวในซอยเซนต์

หลุยส์ 3 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ กลุ่มผู้วิจัยยังเสนอแนะว่าการประยุกต์ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ยังสามารถใช้ได้กับงานด้านอื่นๆ เช่น งานด้านเศรษฐศาสตร์และปัญหาในกระบวนการผลิต เป็นต้น วิทูรย์ ตันศิริคงคล (2542) กล่าวว่า เทคนิค AHP สามารถช่วยลดความซับซ้อนในการตัดสินใจได้ โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกมาเป็นส่วนๆ แล้วนำมาจัดแจงใหม่ให้อยู่ใน รูปของแผนภูมิตามระดับชั้น ต่อจากนั้นก็ทำการกำหนดตัวเลขที่เกิดจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละปัจจัย และทำการสังเคราะห์ตัวเลขของการวินิจฉัยนั้น เพื่อที่จะคำนวณดูว่าปัจจัยหรือทางเลือกอะไร ที่มีต่อลำดับความสำคัญสูงสุดและมีอิทธิผลต่อผลลัพธ์ของการแก้ปัญหานั้นอย่างไร ปริญญ์ บุญกนิษฐ และอรรถกร เก่งพล (2545) ได้ประยุกต์ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงานของโรงงานกรณีศึกษา โรงงานผลิตโซ่รถจักรยานยนต์ เทคนิค AHP มีหลักการสำคัญในการนำเสนอปัญหาของการตัดสินใจออกมาในรูปแบบของลำดับชั้น แล้วทำการเปรียบเทียบกันเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) โดยในการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัย ผู้ตัดสินใจจะทำการเปรียบเทียบบนตารางเมตริกส์เมื่อได้ผลลัพธ์แล้วจึงนำไปทำการวิเคราะห์ภาพรวมต่อไป อันจะทำให้สะดวกในการสรุปผลการตัดสินใจเป็นกลุ่ม (Group Decision Making) มากขึ้น จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นการนำวิธีการทางวิชาการเข้าไปช่วยแก้ปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ยังทำให้ทราบถึงปัจจัยเบื้องต้นที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกแนวทางการปรับผังโรงงาน อีกทั้งยังจะทำให้อุตสาหกรรมอื่นๆ สามารถนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันต่อไป อรพินทร์ จีรวัสสกุล และธนัญญา วสุศรี (2550) ได้ประยุกต์ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) เพื่อช่วยในการประเมินผลการดำเนินงานของผู้ให้บริการขนส่งจำนวน 7 บริษัทของบริษัทผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่ง การจัดการด้านโลจิสติกส์มีความสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ กิจกรรมด้านการขนส่งถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมหลักของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าโดยการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังสถานที่ที่ลูกค้าต้องการดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกิจกรรมขนส่งจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจ และในปัจจุบัน องค์กรต่างๆ นิยมใช้บริการจากผู้ให้บริการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนโลจิสติกส์ให้แก่องค์กร ดังนั้น การคัดเลือกหรือการประเมินผู้ให้บริการโลจิสติกส์ หรือผู้ให้บริการขนส่งจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อระบบโลจิสติกส์และความพึงพอใจของลูกค้าปัจจัยต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินผู้ให้บริการขนส่งสามารถเป็นได้ทั้งปัจจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากผลการศึกษาพบว่า บริษัทกรณีศึกษาสามารถทราบถึงผลการปฏิบัติงานของผู้ให้บริการขนส่งแต่ละรายทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการประเมินผลที่ทำอยู่ในปัจจุบัน รวมทั้งสามารถจัดลำดับผลการดำเนินงานของผู้ให้บริการได้ดียิ่งขึ้น และ ตรีทศ เหล่าศิริหงษ์ทอง (2551) ได้จัดลำดับความสำคัญของตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพในการจัดการโซ่อุปทานโดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP)ที่พิจารณาจาก 4 มิติของ BSC คือ มิติการเงิน ลูกค้า กระบวนการภายในและการเรียนรู้-พัฒนา ซึ่งใช้ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 37 คน ซึ่งเป็นผู้บริหารระดับกลางและทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ครอบคลุม บริษัทตัวแทนจำหน่ายรถยนต์ บริษัทประกอบรถยนต์ และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่หนึ่ง (1st Tier Suppliers) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า มิติด้านการเงินมีลำดับความสำคัญสูงที่สุด และในขณะที่มิติด้านการเรียนรู้-พัฒนามีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อยที่สุดนอกจากนี้ ผลการศึกษายังได้มีการคำนวณหาลำดับความสำคัญของตัวบ่งชี้ย่อยของแต่ละมุมมองเพื่อแสดงให้เห็นว่าตัวบ่งชี้ใดมีลำดับความสำคัญมากที่สุดของแต่ละมิติ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หิน

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หินนั้น มีส่วนสำคัญในการพิจารณาปรับปรุงเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตของโรงโม่หิน โดยมีผู้ที่ได้ศึกษาในเรื่องดังกล่าวไว้บางส่วนดังนี้ ไพศาล ลี้ตระกูล (2551)ได้ทำการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หินปูน ด้วยเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หินปูนโดยใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ วิธีการศึกษาวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) จากนั้นคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness) ของเครื่องโม่หิน Jaw Crusher ก่อนการปรับปรุงแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่สำคัญที่สุดโดยใช้แผนภูมิพาเรโต และวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish bone Diagram) ซึ่งพบว่าปัญหาหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาคือ การใช้เวลาในการปรับแต่งเครื่องจักร เครื่องจักรเสีย การหยุดเล็กๆ น้อยๆ เช่น มีหินใหญ่ติดปากโม่ การเดินเครื่องตัวเปล่า ซึ่งแนวทางในการแก้ไขมีได้หลายทางเลือก แต่วิธีที่เหมาะสมและถูกเลือกเพื่อนำไปปรับปรุง ได้แก่ การเฝ้าระวังและคอยสังเกตุสิ่งผิดปกติต่างๆ ในยุ้งรับหิน การฝึกอบรมทักษะการทำงานของพนักงาน การปรับสภาพถนนหน้าโรงโม่ให้เรียบ และการตรวจเช็คเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นประจำทุกวัน จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและคำนวณหาค่า OEE หลังการปรับปรุงอีกครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบผล ผลการศึกษาวิจัยและการประเมินความคิดเห็นของหน่วยงานที่ได้เข้าไปดำเนินการศึกษา ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การศึกษาวิจัยนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ คือ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หินได้ โดยค่า OEE ของเครื่องโม่หิน มีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย

ประมาณ 19.21% และสามารถลดเวลาที่สูญเสียไปเฉลี่ยประมาณ 50.43 นาทีต่อวัน ซึ่งก่อนการปรับปรุงค่า OEE ของเครื่องโม่หินส่วนมากจะอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน แสดงว่าเครื่องโม่หินทำงานได้ไม่เต็มความสามารถที่มันจะทำได้ เนื่องจากการสูญเสียเวลาในแต่ละวันค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าถ้าลดเวลาสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงโม่หินปูนให้สูงขึ้นได้ และเบญจมาภรณ์ พีรนันทปัญญา (2549) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิผลของระบบขุดขนดินของเหมืองแม่เมาะให้มีอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10% เพื่อจัดทำวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมในการดำเนินงาน ในระบบขุดขนดิน โดยนำเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขุดขนดินลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น รวมถึงปรับปรุงกระบวนการทำงานจุดที่ทำให้เกิดความล่าช้า ผลการศึกษา สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตเฉลี่ย โดยรวมของระบบขุดขนดินของเหมืองแม่เมาะได้มากกว่า 10% อัตราผลผลิตเฉลี่ยโดยรวมของระบบเพิ่มขึ้น เป็นต้น