

บทที่ 2

การวางแผนและลำดับขั้นสำรวจแร่

(Exploration Programme and Procedures)

การวางแผนงานการสำรวจ(Exploration Programme) หมายถึง การวางแผนงานเกี่ยวกับการสำรวจหาแหล่งแร่หรือทรัพยากรแร่ไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การค้นหาแหล่งแร่เป็นไปอย่างมีระบบ (system) เป็นขั้นตอน(sequence) มีประสิทธิภาพ(efficiency) และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยมุ่งหวังที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้(m e e t t h e g o a l)

การค้นหาแหล่งแร่อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผลที่ได้จากการสำรวจไม่ได้หมายถึง “fulfill the achievement” เสมอไป คำว่า “ประสิทธิภาพ” หมายถึง การทำงานตามความสามารถให้มากที่สุด ดังนั้นผลอาจออกมาเป็นบวกหรือลบก็ได้ ส่วนการบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หมายถึง การพบ แหล่งแร่ เมื่อวัตถุประสงค์เปลี่ยนไปทำให้การตั้งแผนงานการสำรวจเปลี่ยนไปด้วย

2.1 ปัจจัยการสำรวจแร่(Factors of Exploration)

การจัดการสำรวจมีลักษณะคล้ายการทำการวิจัย รูป 2.1.1 แสดงการเปรียบเทียบการสำรวจแร่กับการทำวิจัยซึ่งมีตัวแปรมากมายหลายตัว เนื่องจากการสำรวจแร่เป็นการลงทุนแบบเสียเปล่าในขั้นแรก จึงเป็นการชักจูงบุคคล 2 ประเภท คือนักลงทุนกับนักวิชาการให้เข้ามาทำกิจการร่วมกัน รูป 2.1.2 แสดงลักษณะดังกล่าว แต่คนที่วางแผนการสำรวจได้ดีคือนักวิชาการ ดังคำกล่าวที่ว่า

“ A Good technologist plans A good exploration programme”

สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการสำรวจแร่ มีดังนี้

2.1.1 ส่วนที่ไม่ใช่เทคนิค(Non-technical function)

1) ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์(Economic factor) เช่น

ก) แหล่งเงินทุน(money resource) ซึ่งมีผลต่อเงินลงทุน

ข) ตลาดในและนอกประเทศ ขึ้นกับความต้องการของผู้บริโภค

ค) ผู้ถือหุ้น(share holder) : การถือหุ้นในตลาดหลักทรัพย์มีผลต่อการสำรวจ

2) ปัจจัยทางภูมิศาสตร์(Geographic factor) เช่น

ก) การค้นพบโดยชาวบ้าน(discoveries (or not) by local people)

ข) ความยากง่ายในการเข้าถึงพื้นที่(accessibility): ถ้ามีเส้นทางคมนาคมดีทำให้ใช้เงินลงทุนต่ำ

ค) ขนาดพื้นที่และเงินลงทุน(size of target area and prospecting value): ถ้าพื้นที่เป้าหมาย(target area)มีขนาดใหญ่มักใช้เงินลงทุนสูง แต่โอกาสในการพบแร่จะสูงด้วย หาก target area มีขนาดเล็กจะใช้เงินลงทุนต่ำ

3) ปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อม(Social and environmental problem)

4) ปัญหากฎหมาย(Legal problem) เช่น พื้นที่ทับซ้อน(disputed area) เช่น คาบเกี่ยวบริเวณน่านน้ำไทย-มาเลเซีย ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการสำรวจ ทั้งนี้อาจแก้ปัญหาได้โดยการร่วมกันสำรวจและแบ่งผลผลิตที่ได้

5) เสถียรภาพทางการเมืองและนโยบายรัฐบาล(Political stability and Governmental policy): ถ้ารัฐบาลมีความมั่นคงและมีนโยบายที่ชัดเจนในด้านการลงทุนสำรวจ และผลิตทรัพยากรธรรมชาติก็จะเอื้ออำนวยให้เกิดความสำเร็จในการวางแผนการสำรวจ

2.1.2 ส่วนที่เป็นเทคนิค(Technical Function)

1) ผู้ร่วมงานและระบบการทำงาน(Staff and Function)

ก) การเป็นผู้นำ(professional leadership) การจะเป็นผู้นำด้านวิชาชีพ นักธรณีวิทยาต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) มีพื้นฐานที่ดีวิชาความรู้ด้านการสำรวจธรณีวิทยา(sound background in exploration geology)
- (2) มีทักษะในเรื่องเทคนิคการสำรวจชนิดต่างๆ(skill in exploration techniques)
- (3) มีไหวพริบในการสำรวจหาแหล่งแร่(flair for ore finding)

ดังนั้นหน้าที่หลักของหัวหน้านักธรณีวิทยาในที่นี้หมายถึงหัวหน้านักธรณีวิทยา(chief geologist) จะประกอบด้วย

- (1) ตรวจสอบข้อมูลทางธรณีวิทยาและการตีความจากหลุมเจาะและรอบหลุมเจาะ
- (2) ตรวจสอบข้อมูลจากปุมบันทึกหลุมเจาะและผลศิลาพรรณา
- (3) กำหนดที่ตั้ง ความลึกหลุมเจาะ และจำนวนหลุมเจาะ
- (4) รับผิดชอบและตีความผลวิเคราะห์ แร่ & สินแร่
- (5) รับผิดชอบการคำนวณปริมาณแร่สำรอง
- (6) รับผิดชอบการวิจัยทางธรณีวิทยา เพื่อปรับปรุงแบบจำลองแหล่งแร่

(7) กำหนดโครงการสำรวจ

(8) รับผิดชอบการตรวจสอบปริมาณแร่สำรองคงเหลือของเหมือง และการสำรวจเพิ่มเติม

จะเห็นได้ว่างานที่สำคัญที่อยู่ในส่วนต่างๆ และเป็นงานที่ต้องอาศัยประสบการณ์ในการตีความหมาย

ข) การจัดลำดับองค์กร(level of organization)

(1) สำนักงานใหญ่(headquater) : รับผิดชอบงบประมาณ ประเมินโครงการ จัดสรรงบการสำรวจ

(2) สำนักงานภาค(regional unit) : จัดโปรแกรมการสำรวจและทำการตัดสินใจในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง

(3) ทีมสำรวจโครงการ(project team) : ทำการแปลความหมายและตีความทางธรณีวิทยาและจัดทำรายงาน ควรมีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี

(4) หน่วยปฏิบัติการธรณีฟิสิกส์(geophysic lab) หรือ หน่วยปฏิบัติการธรณีเคมี(geochemical lab)

(5) นักธรณีวิทยาและนักธรณีฟิสิกส์(resident geologist and geophysicist)

ค) ขั้นตอนในการสำรวจ(sequence of exploration) แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 2.1.1(orthodox sequence of exploration activities)

2) ธรณีศาสตร์และเทคโนโลยี *Geological science and Technology*

ก) แนวคิดทางธรณีวิทยา(Geological concept)

(1) หากเป็นแหล่งแร่ขนาดใหญ่(large ore bodies) น่าจะเป็นแหล่งแร่แบบ deformed stratabound มากกว่าที่จะเป็นepithermal deposits เป็นต้น

(2) ได้ข้อมูลและความรู้เพิ่มเติมจากการจัดการประชุมและสัมมนา

ข) ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี(Technological advance)

(1) วิธีการสำรวจโดยธรณีเคมีและธรณีฟิสิกส์(geochemical and geophysical methods) มีการพัฒนาไปมาก ทำให้เกิดความอยากทำการศึกษา

(2) รายละเอียดการวิเคราะห์เคมี(detail of chemical analysis) เช่นการวิเคราะห์โดย ICP ทำให้ค่าวิเคราะห์ถูกลง

(3) เทคนิคการเก็บตัวอย่าง(sampling techniques)

ค) เทคโนโลยีการทำเหมือง(Mining technology) ทำให้การสำรวจเปลี่ยนแปลงไป เช่น การทำเหมืองของบริษัทผาแดง เดิมสนใจเฉพาะแร่ทิตเนียมที่เป็น oxide แต่ไม่สนใจแร่ปฐุมภูมิที่เป็น silica, sulfide เนื่องจากไม่สามารถถลุงได้ แต่ปัจจุบันสามารถทำได้ จึงให้ความสนใจกับแร่ปฐุมภูมิมากขึ้น

ง) การเลือกวิธีสำรวจ(Method selection : choice of exploration methods) ในการเลือกวิธีสำรวจนั้นมีตัวแปรมากมาย นับตั้งแต่

- (1) ตัวชี้แหล่งแร่ซึ่งได้จากข้อมูลทางธรณีวิทยา ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์
- (2) ขนาดพื้นที่เป้าหมาย
- (3) กรรมสิทธิ์ในพื้นที่
- (4) ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือสำรวจ
- (5) เงินลงทุนต่อหน่วยพื้นที่

รูป 2.1.3 แสดงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีการสำรวจต่างๆ ส่วนตาราง

2.1.1 แสดงรายละเอียดและตัวอย่างของตัวชี้แหล่งแร่ที่สำคัญโดยการศึกษาจากข้อมูลทางธรณีวิทยา ธรณีเคมี และธรณีฟิสิกส์

จ) การเลือกพื้นที่สำรวจ(Selection of area) ขึ้นอยู่กับ

- (1) ข้อมูลธรณีวิทยาที่มีอยู่ก่อน(review of know geology)
- (2) ข้อมูลการทำเหมือง(record of past mining, prospecting activity)
- (3) ข้อมูลการเกิดแร่(record mineralization)
- (4) สภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยา(geological environment)

2.1.3การจัดองค์กรและการดำเนินงาน(organization and operation)

ก่อนเข้าใจถึงการจัดองค์กรในสนามและห้องปฏิบัติการ นักสำรวจต้องเข้าใจว่าการจัดองค์กรจะทำให้ได้ดีถ้ามีพนักงานฝีมือดีและเงินลงทุนที่เพียงพอ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในการทำงาน Snow & Mackenzie (1981) ได้รวบรวมปัจจัยที่มีส่วนให้องค์กรปฏิบัติงานได้สำเร็จ ซึ่งประกอบด้วยพนักงานที่มีความรู้ความสามารถซึ่งสามารถสร้างได้โดยการจัดอบรมพนักงานอยู่เสมอ มีจุดมุ่งหมายและเป้าหมายในการทำงานขององค์กรที่ชัดเจน มีบรรยากาศในการปฏิบัติงานและการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์(creative idea) มีแรงจูงใจ(innovative) โดยไม่มีแรงกดดันจากหน่วยราชการ มีมาตรฐานและศักดิ์ศรีในการทำงาน มีสำนึกในความเป็นเจ้าของ ความคิดริเริ่มจะถูกแสดงในบรรยากาศของความเสียสละสูงที่มีผลตอบแทนสูง มีการทำงานร่วมกันมีความมานะพยายามและทัศนคติที่ว่า “เราทำได้”

ต้องมีการสื่อสารที่ดีเยี่ยม และที่สำคัญองค์กรต้องมีทีมกลุ่มผู้ชำนาญการในการที่จะปรับเปลี่ยนการพัฒนาแหล่งแร่จากขั้นตอนการสำรวจเข้าสู่การผลิตและการพัฒนาแหล่งแร่

กล่าวโดยสรุปการที่จะจัดการองค์กรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดผู้ที่เป็นผู้นำ ควรต้องมีการปฏิบัติต่อกันดังนี้

- เป็นนักสื่อสารที่ดี
- ระบุความความคาดหวังในผลงาน

- หาทางสร้างความสัมพันธ์กับทีมงานให้มากที่สุด
- ใช้การบังคับให้น้อยที่สุด
- มีอารมณ์ขันและยอมรับข้อผิดพลาดและนำไปแก้ไข
- กำหนดแนวทางและมีความชัดเจนเสมอต้นเสมอปลาย
- หาหนทางและประสบการณ์ใหม่ๆ

1) การจัดองค์กรในสนาม(field organization): จะมีประสิทธิภาพสูงสุด (maximum efficiency) เมื่อ

- ก) มีพนักงานระดับรองลงมาจากนักธรณีวิทยาเป็นผู้ช่วย(lower-grade personal preference to geologists)
- ข) คนงานท้องถิ่นต้องได้รับการสอนวิธีการเก็บตัวอย่างอย่างมีระบบ(local workers systematic sampling programme)
- ค) ต้องเลือกสรรตัวอย่างที่เก็บอย่างเหมาะสม(materials sampled proper selection)
- ง) ลดขั้นตอนงานที่ไม่จำเป็น(non-essential operation)
- จ) วางแผนการใช้เวลาในการออกสนามให้น้อยที่สุด(time reduced to minimum)
- ฉ) ระมัดระวังเรื่องตำแหน่งถูกต้องแต่ตัวอย่างผิด(exact location of wrong sample)
- ช) ระมัดระวังเรื่องตัวอย่างถูกต้องแต่ตำแหน่งผิด(wrong location of good sample)
- ซ) ระบบการขนส่งที่มีราคาแพงอาจถูกที่สุดเมื่อคิดเป็นราคาต่อตัวอย่าง (apparently expensive transport system may actually be the cheapest in terms of cost per sample site)

2) การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ(Laboratory Operation)

- ก) ใช้ห้องปฏิบัติการเชิงพาณิชย์หรือห้องปฏิบัติการของบริษัท (use commercial laboratory or internally run laboratory) โดยให้พิจารณาดังนี้

- (1) สมบัติของห้องปฏิบัติการเชิงพาณิชย์(commercial laboratory)
 - วิเคราะห์ตัวอย่างได้ตั้งแต่จำนวนไม่มากนักจนถึง 100 ตัวอย่างขึ้นไป
 - ราคาถูกและรวดเร็ว(low cost and rapid)
 - มีความถูกต้องและแม่นยำ(accurate and precise)

- ลดภาระในเรื่องการจัดการเรื่องห้องปฏิบัติการและเรื่องการจัดจ้างการอบรมเจ้าหน้าที่

(2) สมบัติของห้องปฏิบัติการของบริษัท(internal laboratory)

- * วิเคราะห์ตัวอย่างจำนวนมาก หลายร้อยตัวอย่าง
- * จัดตั้งสำหรับการสำรวจที่ขนาดใหญ่(Large surveys)
- * ปัญหาที่ต้องพบคือการจัดระบบการทำงาน การจัดจ้างพนักงาน ที่ตั้งห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้

2.1.4 การจัดระบบขององค์กรภายในของบริษัทสำรวจ(Organization of Exploration Corporate)

1. การจัดรูปแบบขององค์กรภายในของบริษัทสำรวจ(Organization of Exploration Corporate)

การจัดระบบขององค์กรต่างๆ มักมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อการสนองการบริหารที่ครอบคลุมงานหลักขององค์กรนั้นๆ และโดยมากจะเน้นถึงความคล่องตัวในการจัดการในระดับต่างๆ เช่น

ตัวอย่างที่ 1 บริษัท ก. มีวัตถุประสงค์ของการตั้งบริษัทเพื่อการขายอุปกรณ์สำรวจ โครงสร้างบริษัทอาจมีรูปแบบดังนี้

แบบที่ 1. บริษัทเล็กๆ (small scale company) หรือ บริษัทระบบครอบครัว (family company) (รูป 2.1.4)

หรือ แบบที่ 2 บริษัทใหญ่ (large scale company) จนถึงบริษัทมหาชน (public company) (รูป 2.1.5)

ส่วนในด้านงานสำรวจแหล่งแร่ ลักษณะการจัดรูปแบบขององค์กรมักมีรูปแบบที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยทั่วไปมีโครงสร้างที่แบ่งเป็นขั้นตอนได้ตามความรับผิดชอบได้ดังนี้

- 1)สำนักงานกลาง มีหน้าที่ด้านการวางแผนการดำเนินการ แผนการด้านการเงิน และรวมไปถึงการควบคุมและประเมินผลการดำเนินการซึ่งโดยมากประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ทั้งทางด้านวิชาการและการจัดการ
- 2)สำนักงานสนามหรือท้องถิ่น มีหน้าที่ดำเนินการตามแผนงาน หรืออาจเบี่ยงเบนไปบ้างแต่จะคงไว้ซึ่งวัตถุประสงค์หลัก ดังนั้นสำนักงานสนามมีอำนาจในการตัดสินใจตามสถานะการณ์ต่างๆ และ

3) ทีมสำรวจ เป็นกลุ่มทีมงานหรือบุคคลที่รับผิดชอบดำเนินงานต่างๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้วิชาการและกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้รับมา ดังนั้นจะเป็นได้ว่ารูปแบบของโครงสร้างมักมีลักษณะง่ายๆ ดังที่แสดงในรูป 2.1.6

หากพิจารณาจากผังโครงสร้างที่แสดงจะเห็นได้ว่า นักธรณีวิทยามีบทบาทดังนี้

ส่วนสำนักงานกลาง(Head Office)

ที่ปรึกษาด้านวิชาการ(consultant)	• เป็นนักวิชาการวุฒิปริญญาโท, เอก มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 15-20 ปี โดยมาจากหน่วยงานของรัฐบาล บริษัทเอกชน หรือมหาวิทยาลัย
นักธรณีวิทยาอาวุโส(senior geologist)	• วุฒิปริญญาโท, เอก มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี และเป็นพนักงานของบริษัท
นักธรณีวิทยา(geologist)	• วุฒิปริญญาตรี, โท มีประสบการณ์ 3-5 ปี

สำนักงานสนาม(Regional Office)

ผู้จัดการงานสนาม(field manager)	• วุฒิปริญญาโท, ตรี มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี และควรมีความรู้ด้านการจัดการ
นักธรณีวิทยาสนาม/สำนักงาน (field or office geologist)	• วุฒิปริญญาตรี, โท มีประสบการณ์ 3-5 ปี

ทีมสำรวจ(project team)

หัวหน้าทีม(head of field geologist)	• วุฒิปริญญาตรี มีประสบการณ์ 3-5 ปี มีลักษณะเป็นผู้นำ มีความสามารถในการตัดสินใจที่ดี
นักธรณีวิทยาสนาม (field or office geologist)	• วุฒิปริญญาตรี, โท มีประสบการณ์ 0-2 ปี

2. ตัวอย่างของการจัดระบบขององค์กร

ในรูป 2.1.7 และ 2.1.11 ได้มาจากการจัดระบบองค์กรของหน่วยงานสำรวจแร่จากบริษัทต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายกัน

2.1.5 การให้คำปรึกษาแนะนำ(Supervision)

ปัจจุบันการสำรวจจำเป็นต้องอาศัยแนวความคิดใหม่และเทคนิคการสำรวจใหม่ ๆ ดังนั้นบริษัทสำรวจจึงจำเป็นต้องมีที่ปรึกษาที่มีความรู้ความชำนาญ และมีวิสัยทัศน์มาเสริมทีมงาน

การตีความข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเป็นเรื่องสำคัญทางธรณีวิทยา ดังนั้นการให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องนี้จึงเป็นงานของนักธรณีสัรวจ(exploration geologist)ที่มีประสบการณ์สูงและมีความรู้เรื่องเทคนิคการสำรวจเป็นอย่างดี โดยมีภาระหน้าที่ดังนี้

- 1) ออกแบบวิธีการสำรวจและการวิเคราะห์(establish field and lab techniques)

- 2) ประสานงานตลอดทุกขั้นตอนการดำเนินการ(coordinate throughout the operation)
- 3) ตีความข้อมูล(interpret data)
- 4) ติดตามค่าผิดปกติที่เกิดขึ้นทันทีและเตรียมข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินการขั้นต่อไป

2.2 การเลือกวิธีสำรวจแร่(Choice of Exploration Methods)

2.2.1 ประสบการณ์ก่อนเก่า(previous experience) ขึ้นอยู่กับ case history data และ literature research เช่น แหล่งแร่ทองแดงที่เป็น skarn จะมี grade สูง แต่มีปริมาณ (tonnage) ต่ำ ในขณะที่แหล่งแร่ทองแดงที่เป็น porphyry จะมี grade ต่ำ แต่มีปริมาณสูง

2.2.2 ผลของการปฐมนิเทศก์พื้นที่สำรวจ(results of orientation survey)

2.2.3 สัมฤทธิ์ผลของพื้นที่เป้าหมาย(optimization of exploration) (ขึ้นอยู่กับ finance, E, C, P, V)

2.2.4 พื้นที่เป้าหมาย(target areas ทำ reconnaissance survey)

2.2.5 การควบคุมสินทรัพย์(property controls)

- 1) ในส่วนงานหนักและยุ่งยากซับซ้อน(extremely tedious)
- 2) ในส่วนค่าใช้จ่ายที่สูง(expensive phase)
- 3) ในการแก้ปัญหา(problem-solving): ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ (airborne geophysical survey) หากพบค่าปกติ

2.2.6 ความเชื่อถือของเครื่องมือหรือวิธี(reliability of method) หมายถึง โอกาสหรือความเป็นไปได้ของเครื่องมือที่ทำให้พบแหล่งแร่ได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ

- 1) ประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือวิธี(effective of exploration method)
- 2) ค่าผิดปกติ(anomaly) ทั้งที่มีนัยสำคัญและไม่มีนัยสำคัญ(significant and non-significant)

2.2.7 ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ(cost of exploration) หรือ (exploration expenditure)

- 1) สามารถกีดคำนวณได้ถูกต้อง
- 2) ต้นทุน/ค่าใช้จ่ายที่คิดในราคาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่(cost per unit area basis)
- 3) ต้นทุนสำรวจและค่าเครื่องมือสำรวจที่มีราคาแพงไม่ได้หมายถึงราคาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่จะต้องสูงเสมอไป เช่น การสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก เพื่อให้ราคาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ต่ำลงต้องบินพื้นที่ขนาดใหญ่

2.2.8 มูลค่าสินแร่ที่คาดหวัง (value of expected ore) ขึ้นอยู่กับวิธีสำรวจ เช่น

- 1) การสำรวจด้วยวิธีที่มีต้นทุนสูง เช่น การเก็บตัวอย่างรายละเอียดธรณีเคมี ทำให้มีโอกาสพบแหล่งแร่สูงและคาดว่าจะพบแหล่งแร่ขนาดใหญ่
- 2) การสำรวจที่ราคาถูกลow cost survey (as air-borne magnetic survey) ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะพบแหล่งแร่ขนาดใหญ่

2.2.9 comparison of programme มีตัวอย่าง 2 โปรแกรมคือ

โปรแกรม 1 : ทำ detailed survey ในพื้นที่ 1,000 ตารางกิโลเมตร โดยวิธีเก็บตัวอย่างดิน

โปรแกรม 2 : ทำ reconnaissance survey ในพื้นที่ 1,000 ตารางกิโลเมตร โดยวิธีเก็บตะกอนตื้นน้ำ แล้วจึงทำ detailed survey ในบริเวณที่มีค่าผิดปกติ (anomaly)

โปรแกรมที่ 1 ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำ detailed survey \$ 200/km² มีโอกาสพบแร่ 90%

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น} \quad \text{total cost} &= 200 \times 1,000 = 200,000 \$ \\ E/C &= (P_1 P_2 V)/C \\ &= (0.9 \times P_1 \times V)/200,000 \\ &= 4.5 \times 10^{-6} P_1 V\end{aligned}$$

โปรแกรมที่ 2 ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำ reconnaissance survey \$ 10/km² มีโอกาสพบแร่ 50% และทำ detailed survey 5% ของพื้นที่

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น} \quad \text{total cost} &= (1,000 \times 10) + (50 \times 2,000) \\ &= 20,000 \$ \\ E/C &= [(0.5 \times 0.9) \times P_1 \times V]/20,000 \\ &= 2.25 \times 10^{-5} P_1 V\end{aligned}$$

เมื่อเปรียบเทียบค่า E/C ของทั้ง 2 โปรแกรมพบว่า ค่า E/C ของโปรแกรม 2 มากกว่าโปรแกรม 1 ประมาณ 5 เท่า และ total cost ของโปรแกรม 2 ลดลง = $200,000/20,000 = 10$ เท่า ดังนั้นควรเลือกโปรแกรม 2 เพื่อใช้ในการสำรวจ

2.3 ขั้นตอนการสำรวจ(Sequences of Exploration) ในที่นี้เราแบ่งขั้นตอนการสำรวจทำเหมืองแร่ออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ

2.3.1 ขั้นเริ่มแรก(*Generative stage*)

1) stage I : Programme Design Phase

2) stage II : Reconnaissance Phase

2.3.2 ขั้นปฏิบัติการ(*Operation stage*) (*Exploration stage*)

1) stage III : Early Phase (Testing and Evaluation of target)

2) stage IV : Late Phase (definition and delineation of deposit discovered)

2.3.3 ขั้นก่อนการพัฒนาแหล่ง(*Predevelopment stage*) : economic and engineering evaluation (mining and metalurgical plan)

2.3.4 ขั้นพัฒนาแหล่ง(*Development stage* : engineering feasibility (mine development, construct facility) อนึ่ง ลำดับขั้นตอนการสำรวจได้แสดงในรูป 2.3.1 และ 2.3.2

2.4 ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ(Exploration Expenditures)

ค่าใช้จ่ายในการสำรวจแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ 1. เป็นค่าใช้จ่ายของหน่วยงาน และ 2. เป็นค่าใช้จ่ายโครงการแยกต่างหาก ในแง่ผู้จัดการสำรวจมักใช้อย่างแรกแต่ในแก่นักธรณีวิทยามักพอใจวิธีหลังเพราะไม่ยุ่งยากซับซ้อน อย่างไรก็ตามนักสำรวจควรมีความรู้ในเรื่องการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายไว้บ้าง ในอย่างแรกค่าใช้จ่ายของการสำรวจที่เรียกว่า corporate exploration expense มักได้จาก กระแสเงินสด(cash flow) ของปีนั้นหรือประมาณ 0.5 ถึง 100 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี(ตาราง 2.4.1) อย่างไรก็ตาม Eggert (1988) ได้แสดงว่ารายการสำรวจผันแปรกับรายได้และราคาแร่ของปีก่อน แต่จะปรากฏผลช้ากว่า 18 เดือนหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงรายได้ (ดูรูป 2.4.1)

การคำนวณราคาในการสำรวจทำได้ 2 วิธี (ข้อมูลจาก ทรงศักดิ์ แพทย์ดี) คือ

2.4.1 วิธีตรง เป็นการคำนวณโดยอาศัย พื้นฐานของต้นทุนของงาน (กิจการ) โดยมีส่วนประกอบที่นำมาคิด ดังนี้

- 1) ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของกิจการ ประกอบด้วย
 - ก) ค่าใช้จ่ายในบริษัท เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าโทรศัพท์ เป็นต้น
 - ข) ค่าอุปกรณ์และเครื่องมือ เช่น เฟอร์นิเจอร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น
 - ค) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร ยานพาหนะ เป็นต้น

นอกจากนี้ ควรตั้งค่าใช้จ่ายสำรอง เพื่อการรองรับการขยายตัวของงาน ซึ่งควรอยู่ในอัตรา 10-20% (ไม่เกิน 30%)

- 2) เงินเดือนและภาษี ควรตั้งค่าใช้จ่ายสำรองสำหรับการเพิ่มขึ้นด้วย

3) สวัสดิการ เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าประกันชีวิต ค่ากองทุนสำรองเลี้ยงชีพ เป็นต้น

จากค่าใช้จ่ายทั้งสามรายการหลัก สามารถนำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายหลักของบริษัทได้โดยคิดในรูปของอัตราค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเวลาในการขายบริการ ซึ่งมีหลักเกณฑ์คือ

เวลาทำงานเฉลี่ยต่อปี $\neq 365$ วัน และ $\neq 52$ สัปดาห์ เนื่องจากการคำนวณเวลาต้องคำนึงถึง

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| 1. วันหยุดบริษัท เฉลี่ยปีละ | 2-3 อาทิตย์ |
| 2. วันลาป่วย/ลาป่วย เฉลี่ยปีละ | 1-2 อาทิตย์ |
| 3. ชั่วโมงการทำงาน เฉลี่ย | 6-8 ชั่วโมง/วัน |

ดังนั้นเวลาทำงานจะเหลืออยู่ประมาณ 46 สัปดาห์ หรือเท่ากับ 1,380 ชั่วโมง

จากหลักเกณฑ์ของค่าใช้จ่ายรวม และเวลาทำงานเฉลี่ย สามารถคำนวณต้นทุนต่อชั่วโมงการทำงานได้ ตามตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างที่ 1

บริษัท ก. มียอดค่าใช้จ่ายของกิจการดังนี้

ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าโทรศัพท์ เดือนละ	20,000	บาท
ค่าอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งาน 2 ปี รวม	650,000	บาท
ค่าซ่อมแซม และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ เดือนละ	3,500	บาท
เงินเดือนพนักงาน เดือนละ	85,000	บาท
ภาษี (ภาษีรายได้ และภาษีป้าย) ปีละ	32,000	บาท
ค่ารักษาพยาบาลพนักงาน ปีละ	6,500	บาท
ค่ากองทุนทดแทน ปีละ	24,000	บาท
ค่าประกันปี ละ 10%		

อยากทราบว่าอัตราต้นทุนของการทำงานเป็นเท่าไร

ตัวอย่างที่ 2

บริษัท ก. มีจำนวนพนักงานและรายได้ดังนี้

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	อัตราเงินเดือน (บาท)
ผู้จัดการ	1	30,000
นักธรณีวิทยา	2	10,000
ผู้ช่วยนักธรณีวิทยา	4	4,500
พนักงานขับรถ	2	4,000
เลขานุการ	1	6,000
พนักงานบัญชี	1	5,000
พนักงานบริการ	1	3,500

ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

ภาษีป้าย	10,000 บาท/ปี
ภาษีรายได้	15,000 บาท
รถยนต์ 2 คันราคารวม	1,000,000 บาท (อายุการใช้งาน 3 ปี)
เครื่องถ่ายเอกสาร 1 เครื่องราคา	90,000 บาท (อายุการใช้งาน 2 ปี)
ค่าเครื่องปรับอากาศ 3 เครื่องราคา	90,000 บาท (อายุการใช้งาน 3 ปี)

ค่าใช้จ่ายรายเดือนประกอบด้วย

ค่าไฟฟ้า	2,000 บาท
ค่าน้ำ	500 บาท
ค่าโทรศัพท์	1,000 บาท
ค่าเช่าอาคาร	10,000 บาท
ค่าของใช้สิ้นเปลือง	5,000 บาท
ค่าซ่อมแซมยานพาหนะ	3,000 บาท
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์อื่นๆ	1,500 บาท
ค่ารักษาพยาบาลเฉลี่ยต่อคน	500 บาท
ค่าประกันชีวิตเฉลี่ยต่อคน	1,000 บาท
ค่าเงินสำรองเลี้ยงชีพอัตรา 3 % ของเงินเดือน	

อยากทราบว่า

1. อัตราค่าบริการต่อชั่วโมง ของบริษัทนี้ควรตั้งที่ราคาเท่าไร
2. หากต้องการตั้งราคาให้ค่าบริการให้ครอบคลุมต้นทุนการทำงานตลอดช่วงอีก 2 ปีข้างหน้า ควรตั้งค่าบริการอย่างไร คิดอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจต่อปีประมาณ 5%

2.4.2 วิธีคิด เป็นการคิดราคาการสำรวจแต่ละงาน โดยตั้งพื้นฐานบน charge-rate ของแต่ละงาน ในทางการตลาดพบว่า อัตราของ charge-rate จะอยู่ระหว่าง 1.75-2.50 เท่า ของอัตราค่าใช้จ่ายจริง

ตัวอย่างที่ 3

บริษัท ก. ประมูลงานสำรวจธรณีวิทยาในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 โดยมีพื้นที่ของแปลงสำรวจทั้งสิ้น 200 ตร.กม. ราคาของค่าใช้จ่ายของงานจะเป็นเท่าไร

วิธีคิด

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วย บุคลากร เวลาที่ใช้ในการทำงาน และ อุปกรณ์ร่วม

จำนวน	อัตราค่าจ้างต่อวัน	รวม
		(*2.25)

บุคลากร			
นักธรณีวิทยา	1	1,600	1,600
ผู้ช่วยนักธรณีวิทยา	1	1,050	1,050
พนักงานขับรถ	1	900	900
คนงาน	2	100	200
อุปกรณ์			
ยานพาหนะ	1	2,500	2,500
อุปกรณ์/เบ็ดเตล็ด		1,000	1,000
รวมค่าใช้จ่ายต่อวัน			7,250
อัตราการทำงาน 10 ตร.กม./วัน			
อัตราค่าจ้าง/ตารางกม.			725
บวกกำไร 15%			833.75
บวกภาษี 3%			858.76
คิดเป็นราคาต่อ ตร.กม.			860
ราคาของงานสำรวจธรณีวิทยา			172,000

นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวประกอบอื่น ๆ ที่มีผลในการกำหนดราคางานคือ

1. ชนิดของลูกค้า
2. ความเร่งรีบของลูกค้า
3. ปริมาณคู่แข่งในตลาด
4. ปริมาณงานของแต่ละโครงการ
5. ความยากง่ายของงาน เช่น ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบหรือภูเขา

อนึ่งสำหรับราคาต่อหน่วยในกิจกรรมสำรวจเรานั้น เปลี่ยนแปลงไปตามประเทศต่างๆอีกด้วย ตาราง 2.4.2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าสำรวจแร่ตามวิธีต่างๆ ของประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา

2.5 การสำรวจเบื้องต้น(Orientation Survey)

Orientation Survey หมายถึง การสำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลเบื้องต้นทั้งทางด้าน technical และ non-technical เพื่อเป็นพื้นฐานต่อการสำรวจจริงต่อไป เช่น

2.5.1 ดูความยาก-ง่ายของการเข้าถึงพื้นที่ (accessibility)

2.5.2 ดูเหมืองแร่ที่พบในบริเวณที่เราสนใจ เพื่อการออกแบบวิธีสำรวจและตีความข้อมูลที่จะได้มา

2.5.3 เก็บตัวอย่างหินที่ให้แร่กับบริเวณข้างเคียงที่ไม่ให้แร่เพื่อมาเปรียบเทียบ

2.5.4 หาข้อมูลเก่าที่เกี่ยวข้อง

2.6 ลำดับขั้นตอนการสำรวจแร่(Exploration Procedure)

ลำดับขั้นตอนการสำรวจที่ผู้เขียนเคยคุ้นเคย และเห็นว่ามีความเป็นระบบคือ การสำรวจของฝ่ายสำรวจแหล่งแร่ บริษัทผาแดงอินดัสทรี จำกัด มหาชน (ขจร ภาสวณิช, 2540 ติดต่อบุคคล) โดยได้แสดงรายละเอียดในตาราง 2.6.1 และรูป 2.6.1 ถึง 2.6.9

