

โรงจักรไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ

สมหมาย ปรีเปรม

บทคัดย่อ

บทความนี้จะกล่าวถึงรูปแบบของระบบความร้อนใต้พิภพ และหลักการทำงานของโรงจักรไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพ ข้อเปรียบเทียบกับโรงจักรไอน้ำ หายสุดเป็นการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยการยกตัวอย่างประมาณราคาก่อสร้างโรงจักรขนาด 50 MW และเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตกับโรงจักรแบบอื่น ๆ

คำนำ

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโรงจักรซึ่งใช้พลังงานความร้อนที่ไคจากไคผิวโลกนั้น อิตาลีเป็นประเทศแรกในโลกที่พัฒนาขึ้นมาใช้ โดยสร้างที่ Larderello ในปี 1904 ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่สอง สหรัฐอเมริกาและนิวซีแลนด์ก็ไคสร้างโรงจักรแบบนี้ของคณขึ้นที่ Geysers และ Wairakei และนับตั้งแต่เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันในปี 1974 ประเทศที่คองนำเข้าน้ำมันต่างก็พยายามหาแหล่งพลังงานที่อื่นมาทดแทน พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานที่มีความเป็นไปไคและน่าสนใจยิ่งแบบหนึ่ง ปัจจุบันการนำพลังงานคองกล่าวมาไคผลิตกระแสไฟฟ้านั้นบว้างจ้นน้อยมากเมื่อเทียบกับชนิดอื่น คังจะเห็นไคจากข้อมูลในตารางที่ 1 ว่าในปี 1981 กำลังผลิตกระแสไฟฟ้า

ตารางที่ 1 กำลังผลิตกระแสไฟฟ้าของโลกจากแหล่งพลังงานแบบต่าง ๆ ในปี 1981

ประเภทโรงจักร	กำลังผลิต (MW)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
พลังน้ำ	484,000	23.2
เชื้อเพลิง	1,441,000	69.0
นิวเคลียร์	161,000	7.7
ความร้อนใต้พิภพ	2,000	0.1

แสไฟฟ้าด้วยความร้อนจากไคผิวโลกมีเพียง 0.2 % ของกำลังผลิตทั้งหมดของโลก และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2 ซึ่งแสดงกำลังผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพของประ

เทศต่าง ๆ ในปี 1984 และที่คาดว่าจะผลิตได้ในปี 1986 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ กล่าวคือกำลังผลิตในปี 1984 มี 3769.7 MW เพิ่มจาก 2000 MW ในปี 1981 คิดเป็น 88.5 % อุปสรรคสำคัญของการพัฒนาพลังงานรูปแบบนี้คือ แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพมีจำกัดเฉพาะที่ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจอย่างละเอียดก่อนตัดสินใจสร้างโรงจักรโดยการสำรวจต้องกินเวลาประมาณ 4-6 ปี

ตารางที่ 2 กำลังผลิตของโรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพของประเทศต่าง ๆ

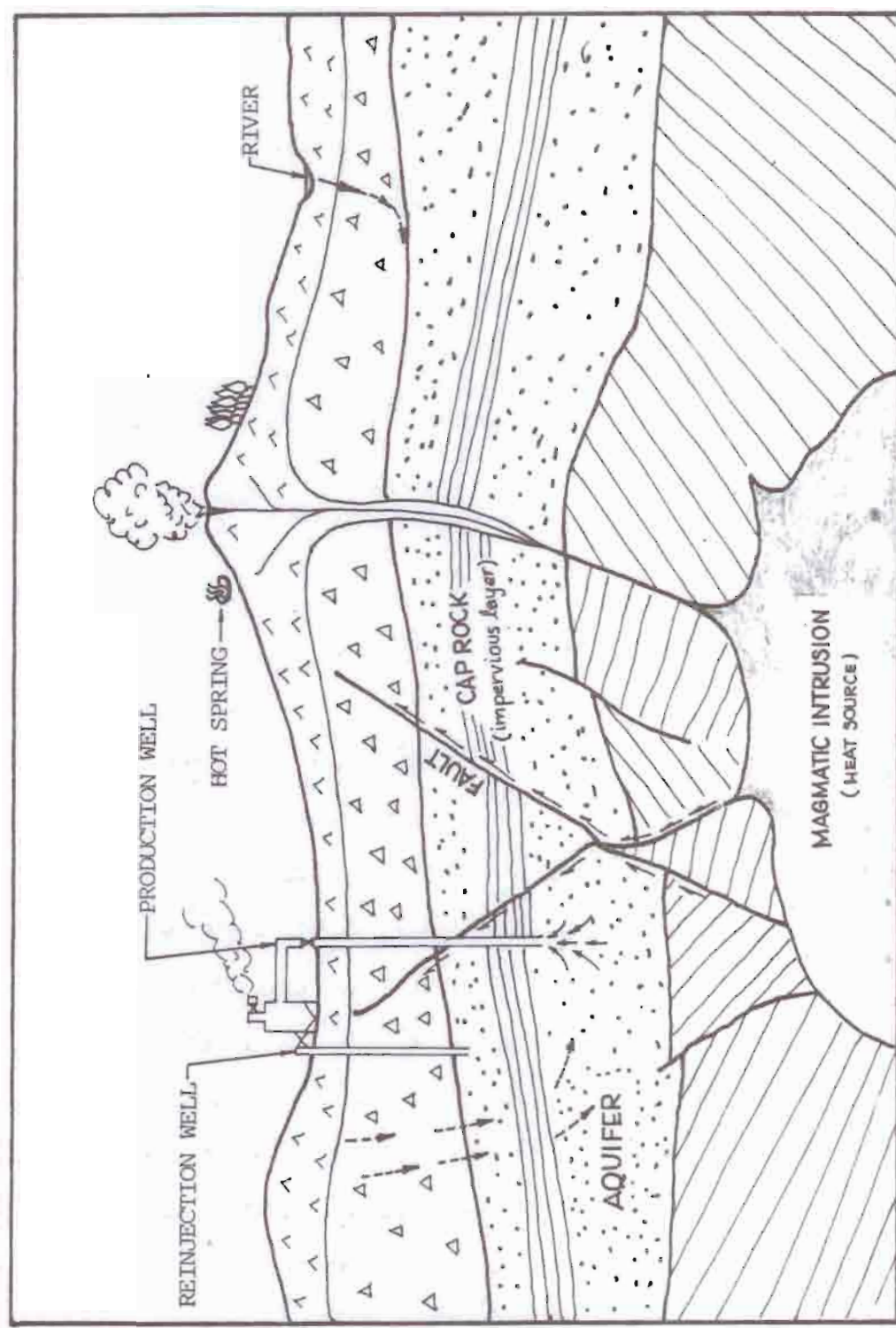
ประเทศ	จำนวน	กำลังผลิต (MW)	
		มี.ย. 1984	คาดว่าจะ 1986
อเมริกา	29	1453.5	2356.0
ฟิลิปปินส์	19	781.0	1496.0
อิตาลี	42	472.1	502.1
เม็กซิโก	12	425.0	645.0
ญี่ปุ่น	8	215.0	270.0
นิวซีแลนด์	10	167.2	167.2
เอลซัลวาดอร์	3	95.0	95.0
ไอร์แลนด์	5	41.0	41.0
นิการากัว	1	35.0	70.0
อินโดนีเซีย	3	32.25	142.25
เคนยา	2	30.0	45.0
โซเวียต	1	11.0	21.0
จีน	10	8.136	11.386
โปรตุเกส	1	3.0	3.0
เคอร์กี	1	0.5	0.5
ฝรั่งเศส	0	0	6.0
รวม	145	3769.686	5896.436

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ

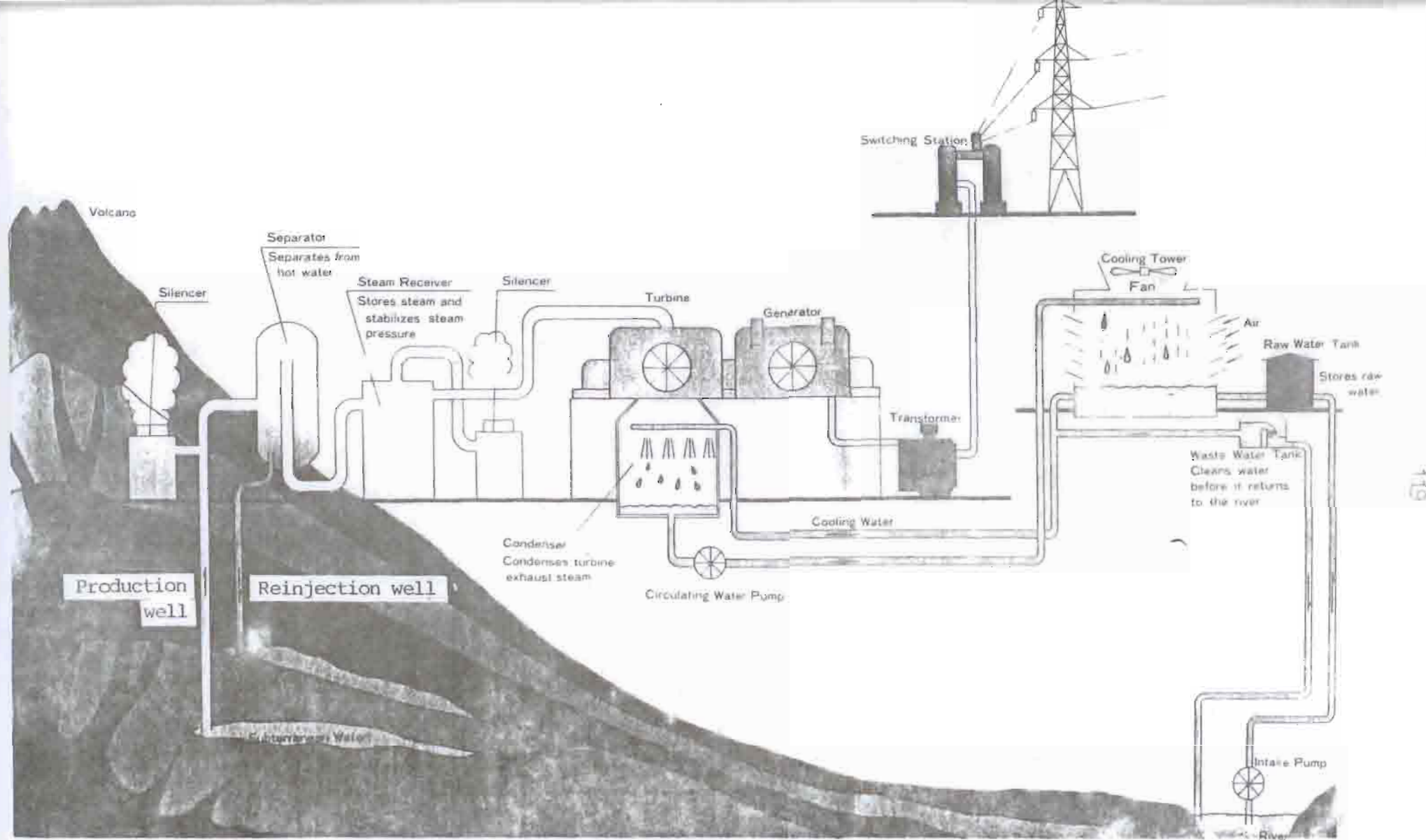
ไม่เป็นที่ทราบแน่นอนว่าความร้อนภายในโลกมีแหล่งกำเนิดมาจากไหน แต่ก็เป็นที่
 เห็นพ้องกันว่าโลกมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่มากมหาศาล ทั้งจะเห็นได้จากการระเบิดของภูเขาไฟ
 และแต่ละครั้งจะพ่นลาวาที่มีอุณหภูมิสูงออกมามากมาย จากการศึกษาเป็นที่ยอมรับว่า ภายใต
 ภูเขาไฟจะมีหินหลอมละลาย (magma) อยู่ในระดับโมลึกนิก และหินหลอมละลายเหล่านี้เองที่เป็น
 แหล่งความร้อนให้แกหินและน้ำใต้ดินที่อยู่รอบ ๆ รูปที่ 1 เป็นรูปแบบแสดงระบบความร้อนใต้พิภพ
 แบบหนึ่ง น้ำใต้ดินจะได้รับความจากหินละลายด้วยการนำความร้อนผ่านชั้นหิน และอาจมีหินหลอม
 ละลายบางส่วนไหลแทรกไปตามรอยแตก (crack) หรือรอยแยก (fault) ของหินเข้าไปปนกับ
 น้ำใต้ดินด้วย ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำใต้ดินจะสูงขึ้น หากมีรอยแตกร้อนก็จะสามารถแทรกขึ้นมา
 ผิวดินได้เกิดเป็นบ่อน้ำร้อนหรือน้ำพุร้อน (hot spring) แหล่งน้ำร้อนใต้ดินนี้เองที่จะสามารถนำ
 มาใช้ประโยชน์ได้ โดยปกติแหล่งน้ำร้อนนี้จะสามารถกำเนิดไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันสูงพอที่จะ
 ใช้กับโรงจักรที่ต่อเมื่อมันอยู่ในระดับลึกมากกว่า 1000 เมตร ลงไป

โรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพ

โรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพนี้ทำงานแบบวัฏจักรแรงดันเช่นเดียวกับโรงจักรไอน้ำ
 ทั่วไปนั่นเอง จะแตกต่างกันเฉพาะระบบกำเนิดไอน้ำเท่านั้น ในโรงจักรไอน้ำไอน้ำเกิดจากการ
 ต้มน้ำในหม้อน้ำ (boiler) โดยใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิง แต่ในโรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพ
 ไอน้ำจากแหล่งน้ำร้อนใต้พิภพโดยผ่านชั้นมาทางบ่อผลิต (production well) แล้วแยกเอา
 เฉพาะไอน้ำไปขับกังหัน ส่วนระบบอื่น ๆ นั้นคล้ายคลึงกันมาก รูปแบบของโรงจักรพลังความร้อน
 ใต้พิภพแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นแผนผังของโรงจักร Kakkonda ในประเทศญี่ปุ่นมีขนาดกำลังผลิต
 55 Mw มีหลักการทำงานดังนี้ ของไหลที่ได้จากบ่อผลิตจะแยกเอาเฉพาะไอน้ำไปขับกังหันส่วนน้ำ
 ร้อนนั้นจะอัดกลับลงใต้ดินด้วยความดันของตัวเองผ่านทางบ่อทิ้ง (reinjection well) ทั้งนี้
 เพื่อป้องกันมลพิษต่อแม่น้ำลำธาร ไอน้ำออกจากกังหันจะควบแน่นในคอนเดนเซอร์ ทั้งนี้เพื่อลด
 ความดันขาออกของกังหัน อันจะทำให้ไคกำลังงานมากขึ้นเมื่อเทียบกับการปล่อยไอน้ำทิ้งเลย คอน
 เดนเซอร์เป็นชนิด jet condenser น้ำร้อนจากการควบแน่นของไอน้ำจะนำมาสกัดอุณหภูมิลงโดยมีมี
 ไบพาสในคูลลิ่งทาวเวอร์ แล้วเอาน้ำเย็นนี้ไปควบแน่นในคอนเดนเซอร์



รูปที่ 1 ระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพรูปแบบหนึ่ง



119

รูปที่ 2 ระบบโรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพ

เนื่องจากความคล้ายคลึงกันจึงจะยกข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของโรงจักรพลังความร้อนใต้พิภพมาเปรียบเทียบกับโรงจักรไอน้ำ ดังต่อไปนี้

1. ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่องจักรจึงต่ำมาก
2. ระบบของโรงจักรมีอุปกรณ์น้อย สามารถควบคุมการดำเนินงานง่าย
3. ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับชุมชนเพราะมักอยู่ตามภูเขา แต่มีปัญหาคำนวณผลกระทบทางชาติ
4. ที่ตั้งถูกจำกัด คือ ต้องอยู่ในบริเวณที่มีแหล่งความร้อนใต้ดิน ไม่สามารถเลือกตามความเหมาะสมอื่นได้
5. ขนาดกำลังผลิตของโรงจักรแต่ละหน่วยไม่มาก เพราะข้อจำกัดเนื่องจากอุณหภูมิและความดันของไอน้ำสูงนัก อีกทั้งการใช้กังหันขนาดใหญ่จะไม่คุ้มค่า ปัจจุบันกังหันมีขนาดใหญ่สุด 110-135 MW
6. ไอน้ำที่ได้จากน้ำร้อนใต้ดินมีแก๊สที่ไม่ควบคุมแน่นอนอยู่จำนวนมาก ดังนั้นต้องมีระบบกำจัดแก๊สขนาดใหญ่
7. จำเป็นต้องใช้เกลือสังกะสีขนาดใหญ่ เพราะปกติจะหาน้ำธรรมชาติเพื่อใช้หล่อเย็นในคอนเทนเซอร์ได้ยาก
8. ในไอน้ำมีแก๊สที่มีฤทธิ์กัดกร่อนเจือปน เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และในน้ำร้อนที่ลืงเจือปนมาก เช่น ซิลิกา โซเดียมคลอไรด์ การออกแบบต้องป้องกันและคำนึงถึงการกัดกร่อนและตะกรัน
9. บ่อผลิตจะให้ไอน้ำลดลงเรื่อย ๆ ต้องมีการเจาะบ่อเพิ่มเพื่อรักษากำลังผลิตให้เท่าเดิม เช่นเดียวกับบ่อทิ้งจะต้องเจาะเพิ่มเนื่องจากการเกิดตะกรันของซิลิกาจับในท่อ
10. ความไม่แน่นอนสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการสำรวจและเจาะบ่ออาจทำให้โครงการล่าช้า และประมาณการผิดพลาด

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

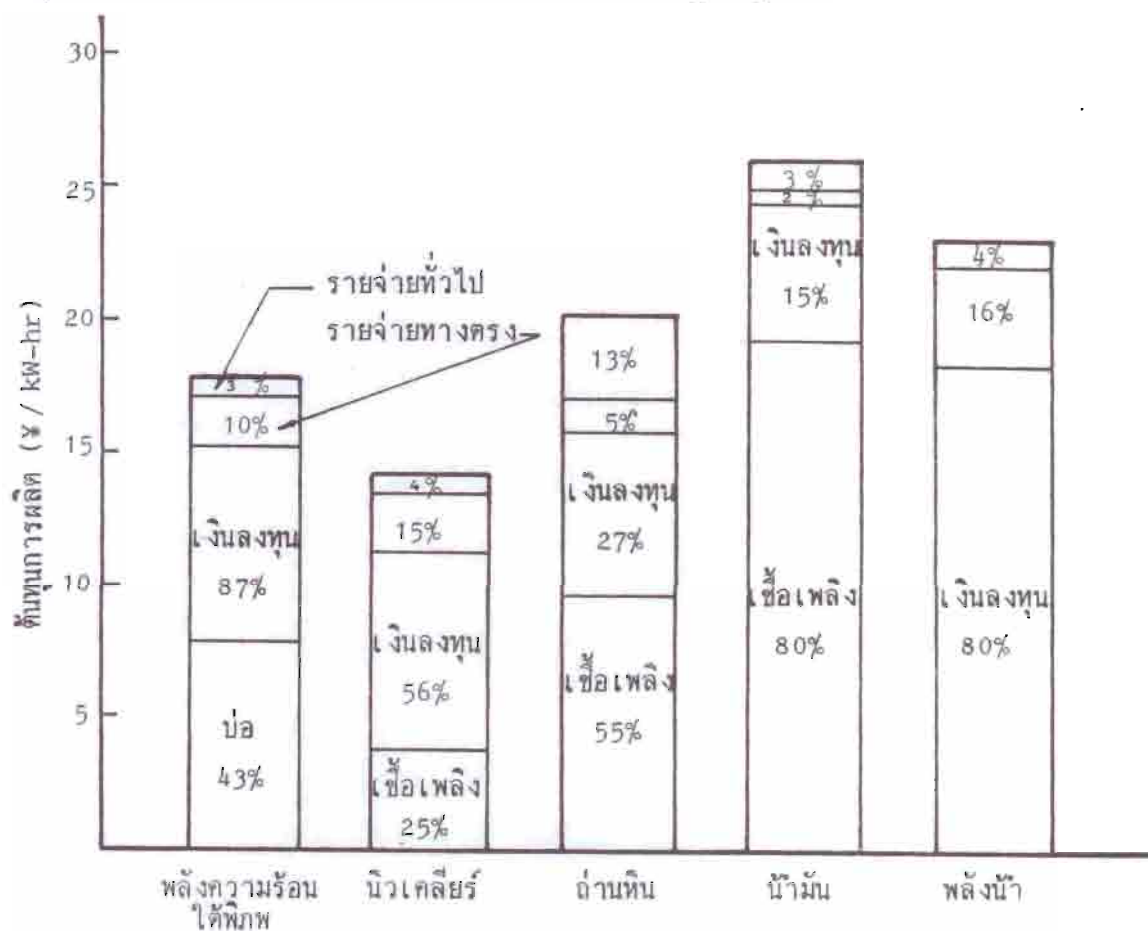
ค่าก่อสร้างโรงจักรไฟฟ้าพลังความร้อนใต้พิภพนั้นอาจแตกต่างกันมากในแต่ละประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นกับความสำเร็จในการเจาะบ่ออีกด้วย เนื่องจากค่าใช้จ่ายในค่าก่อสร้างโรงจักรขนาด 50 MW มาแสดงทั้งรายละเอียดในตารางที่ 3 ราคานี้ได้จากการคำนวณโดยใช้สภาวะ

เศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่น และมีสมมุติฐานว่าความสำเร็จในการเจาะบ่อเป็น 70% ค่าลงทุนในการก่อสร้างรวม 22,490 ล้านบาท คิดเป็น 449,800 บาทต่อกิโลวัตต์

ตารางที่ 3 ค่าก่อสร้างโรงจักรพลังความร้อนไฟฟ้าขนาด 50 MW

รายการ	รายละเอียด	ราคา (ล้านบาท)	อายุการใช้งาน (ปี)
ที่ดิน	ค่าที่ดิน	-	-
	การปรับปรุงพื้นที่	300	-
โรงเรือน	สำหรับอุปกรณ์ผลิตไอน้ำ	1,500	45
	สำหรับโรงจักร	1,500	45
	บ่อ		
	Production	4,500	5
โครงสร้าง	Reinjection	3,000	5
	คลังสิ่งเทาเวอร์และอื่น ๆ	500	41
	กันชน		
	เยนเนอเรเตอร์		
อุปกรณ์	คอนเทนเนอร์	5,000	15
	ทรานส์ฟอร์มเมอร์		
ทางกล	ระบบท่อ	2,500	8
	อุปกรณ์ยกบ่อ		
	อื่น ๆ	500	8
อื่น ๆ	งานด้านวิศวกรรม	1,000	41
รวมยอด		18,800	-
ดอกเบี้ย		3,690	ระยะ 5 ปี
ยอดสุทธิ		22,490	-

สำหรับต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้านั้นจะตกประมาณ 18 เยนต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับราคาหน่วยจากการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยโรงจักรแบบต่าง ๆ จะเห็นว่าผู้ที่สุ่ครองลงมาจากรองจักรนิวเคลียร์ คงจะเห็นได้จากแผนภูมิในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบราคาต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโรงจักรแบบต่าง ๆ

สรุป

การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้พลังงานความร้อนจากใต้พิภพนั้นว่าน่าสนใจยิ่งวิธีหนึ่ง เนื่องจากไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงจึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่ไม่มีแหล่งเชื้อเพลิง แต่อย่างไรก็ตามแหล่งพลังงานความร้อนนี้มีจำกัดเฉพาะที่ จึงต้องมีการสำรวจอย่างละเอียดซึ่งต้องลงทุนสูง อีกทั้งมีความเสี่ยงในการเจาะบ่อ และการออกแบบระบบและอุปกรณ์ก็ต้องทำเฉพาะให้เหมาะสมกับคุณภาพของไอและสภาพพื้นที่ ดังนั้นจึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงมาก และใช้เวลานาน (ประมาณ 9-13 ปี)

กิตติกรรมประกาศ

ความรู้ที่นำมาเขียนบทความนี้ผู้เขียนได้มาจากการเข้าอบรมหลักสูตร Geothermal Energy ครั้งที่ 15 ณ มหาวิทยาลัยคิวชู ซึ่งสนับสนุนโดย Japan International Cooperation Agency (JICA) ผู้เขียนจึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คณะอาจารย์และวิทยากรผู้ให้การอบรมตลอดจนเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง

บรรณานุกรม

1. Yahara Kozo "Reservoir Physics I"

No. 23 Text book for the 15th International Group Training Course on Geothremral Energy held at Kyushu University, Japan, 1984.

2. Inoue Kimito " Geothermal Power Plant Engineering I"

No. 29 Text book for the 15th International Group Training Cours on Geothermal Energy held at Kyushu University, Japan, 1984.

3. Tohoku Electric Power Co., Inc.

"Kakkonda Geothermal Power Station", Japan, 1984.

4. Missubishi Heavy Industries. Ltd.

"Geothermal Power Generation", Japan, 1984.

ประวัติของผู้เขียน

นายสมหมาย ปรีเปรม จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประวัติการทำงาน

ม.ย. 2519	นายช่างตรี ศูนย์ รพช. (ขอนแก่น)
พ.ย. 2519	นายช่างเครื่องกล ศูนย์เครื่องมือกลหล่มสัก
ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น