

พลังงานความร้อนใต้พิภพ Geothermal Energy

สุวิทย์ เพชรห้วยลึก*

บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) (2545) ได้รายงานถึง สถานการณ์ นโยบาย และ มาตรการพลังงานของประเทศไทย ปี 2544 โดยได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยขึ้น เพื่อระดมความคิดเห็นจากตัวแทนทั้งภาคราชการและเอกชน ก่อนที่จะนำแผนฯ ไปใช้งานในระยะต่อไป ซึ่งในแผนฯ ดังกล่าว ได้กำหนดมาตรการในการนำพลังงานทดแทนมาใช้ให้ได้ 20.81% และ 21.21% ของความต้องการ พลังงานทั้งหมดของประเทศไทย ในปี 2549 และ 2554 ตามลำดับ ซึ่งมาตรการดังกล่าวได้กำหนดมาตรการ เฉพาะด้านที่จะนำไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนต่าง ๆ จำนวน 8 แหล่งด้วยกัน คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงาน ลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืช พลังงานจากก๊าซชีวมวล พลังงานจากน้ำ พลังงาน จากเซลล์เชื้อเพลิง และพลังงานความร้อนใต้พิภพ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพจึงเป็น เป้าหมายสำคัญอันหนึ่งที่จะต้องนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอนาคต ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจ อย่างยิ่งที่เราจะต้องรู้จักธรรมชาติของการเกิดพลังงานความร้อนใต้พิภพและวิธีการนำพลังงานความร้อนใต้พิภพ มาใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าและผลพลอยได้อื่น ๆ ที่ได้ทำมาแล้วในประเทศไทย

แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ

พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นพลังงานที่เกิดและกักเก็บสะสมตัวอยู่ภายใต้ผิวโลก ถึงแม้โลกจะเป็นแหล่ง พลังงานความร้อนขนาดใหญ่ แต่บริเวณเปลือกโลกก็เย็นพอที่จะประกอบด้วยหินแข็ง ดิน และน้ำ ดังที่เป็นอยู่ ทั้งนี้เพราะว่าความร้อนบริเวณเปลือกโลกได้แผ่รังสีออกไปยังชั้นบรรยากาศและอวกาศรอบๆ ส่วนประกอบของ เปลือกโลกดังกล่าวทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนมิยอมให้ความร้อนจากภายในโลกออกสู่ภายนอกโลก ยกเว้น บริเวณที่เกิดรอยแตกหรือรอยแยกของเปลือกโลก โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นแนวแผ่นดินไหวหรือแนวภูเขาไฟ เป็นต้น ดังนั้นความร้อนส่วนใหญ่จึงยังถูกกักเก็บไว้ใต้ผิวโลก ทำให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึก (Temperature Gradient) จากผิวโลก ของชั้นเปลือกโลกจึงมีค่าสูงประมาณ 30 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ซึ่งจะทำให้เกิดการ

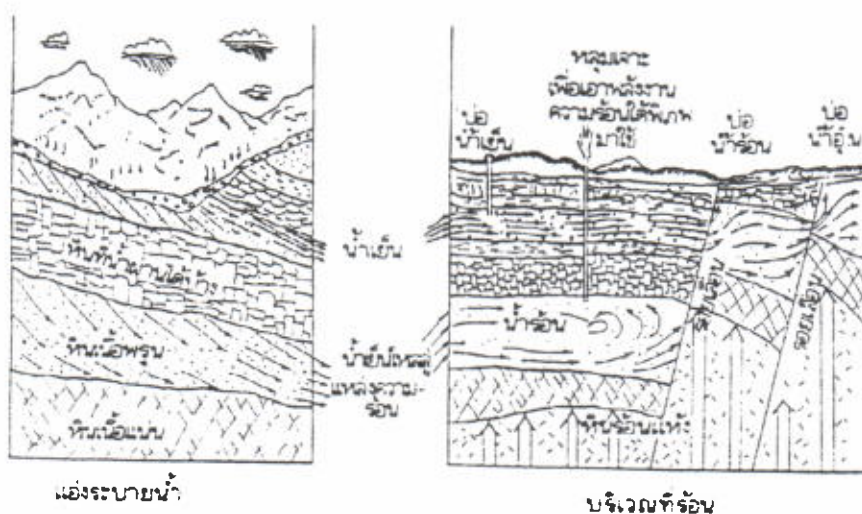
* อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

ถ่ายเทความร้อนที่บริเวณผิวโลกประมาณ 90 มิลลิวัตต์ต่อตารางเมตร ด้วยค่าสภาพนำความร้อน 3 วัตต์ต่อเมตรต่อเซลเซียส ดังนั้นที่ระดับความลึก 6 กิโลเมตรจากผิวโลกหรือผิวดิน จะมีอุณหภูมิสูงถึง 172 องศาเซลเซียส ตามสมการการคำนวณที่อ้างไว้โดย กิตติชัย (2536)

ถึงแม้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกของชั้นเปลือกโลกโดยปกติจะมีค่าเป็น 30 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร แต่ก็ยังมีบางบริเวณที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกมีค่าสูงกว่านี้มาก ดังนั้นพื้นผิวโลกจึงอาจแบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณใหญ่ๆ ในเชิงความร้อน โดยขึ้นกับอัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึก

1. **บริเวณที่ไม่ร้อนกว่าปกติ (Non-Thermal Areas)** บริเวณนี้มีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกอยู่ระหว่าง 10- 40 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่บนผิวโลกจะเป็นบริเวณที่ไม่ร้อนกว่าปกติ

2. **บริเวณที่ร้อน (Thermal Areas)** บริเวณนี้จะมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ในบางบริเวณที่ร้อนจัดจะมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกที่อาจสูงกว่านี้หลายเท่า โดยมักจะปรากฏอยู่ในแนวแผ่นดินไหวที่มีอาณาเขตต่อเนื่องกันเป็นวงคล้ายเข็มขัด (Seismic Belt) ในบริเวณเหล่านี้หินร้อนหรือหินหลอมละลายจากระดับลึกมีโอกาสขึ้นมาใกล้ผิวโลก โดยอาศัยรอยเลื่อน รอยแตก หรือรอยแยกที่เกิดขึ้น บริเวณที่ร้อนบางแห่งอาจประกอบด้วยชั้นหินที่มีรูพรุนมากและมีน้ำไหลซึมผ่านลงไปถึง ตลอดจนมีสภาพธรณีวิทยาเหมาะสมที่จะกักเก็บน้ำไว้ได้ จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีน้ำร้อนหรือไอน้ำสะสมตัวอยู่ จึงเรียกบริเวณนี้ว่าแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Reservoir)



ภาพที่ 1 แสดงแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ (กิตติชัย, 2536)

การเกิดและระบบของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ

แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ เกิดขึ้นโดยกระบวนการที่เมื่อฝนตกลงมาในบริเวณใด ๆ น้ำฝนจะไหลลงสู่ที่ต่ำ โดยส่วนหนึ่งจะซึมผ่านลงไปสู่ชั้นใต้ดิน ผ่านชั้นดิน ชั้นหินเนื้อฟ้าม (Permeable Soils and Rock) จนกระทั่งถึงชั้นหินเนื้อแน่นที่น้ำไหลซึมผ่านไปไม่ได้ (Impermeable Basement) เช่น หินแกรนิต เป็นต้น

น้ำที่ลงไปถึงหินเนื้อแน่นนี้เมื่อได้รับความร้อนจากหินดังกล่าวก็จะขยายตัวลดความหนาแน่นลงและลอยตัวกลับขึ้นมาสู่ด้านบน แล้วถูกปิดกั้นโดยสิ่งกีดขวางทางธรณีวิทยา เช่น หินดินดาน (Shale) ซึ่งน้ำซึมผ่านยาก หรือหินครอบ (Cap Rock) ที่เกิดจากการตกตะกอนแร่ของน้ำร้อน ดังนั้นน้ำที่ลอยขึ้นมาจะถูกกักเก็บอยู่ภายในชั้นหินเนื้อพรุนหรือชั้นหินอุ้มน้ำใด ๆ เมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลานานน้ำนั้นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก กลายเป็นแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ โดยปกติ (แต่ก็ไม่เสมอไป) จะมีช่องทางบางช่องทาง เช่น ตามรอยเลื่อน ที่น้ำร้อนหรือไอน้ำจากแหล่งกักเก็บสามารถดันผ่านขึ้นมาสู่ผิวโลกได้ ดังนั้นน้ำพุร้อน (Thermal Spring) หรือน้ำพุไอน้ำร้อน (Geysers) หรือบ่อน้ำร้อน (Thermal Well) หรือบ่อโคลนเดือด ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่พบบริเวณใด ๆ จึงมักจะเป็นตัวบ่งบอกถึงแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพในบริเวณนั้น ๆ หรือบริเวณใกล้เคียงได้ ซึ่งสามารถแบ่งระบบของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพได้ดังนี้

1. ระบบที่ให้ไอน้ำเป็นส่วนใหญ่ (Vapor Dominated System) เป็นระบบที่อัตราการเติมน้ำเข้าไปในแหล่งกักเก็บมีน้อยกว่าอัตราการไหลออกมาของน้ำร้อนตามช่อง จึงทำให้แหล่งกักเก็บมีความดันไม่สูงพอที่จะปิดกั้นการเดือดกลายเป็นไอของน้ำ แหล่งกักเก็บระบบนี้จึงเต็มไปด้วยไอน้ำ ตัวอย่างของระบบนี้ได้แก่ The Geyser Field ที่มลรัฐ แคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Larderello ในประเทศอิตาลี เป็นต้น

2. ระบบที่ให้น้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ (Water Dominated System) เป็นระบบที่อัตราการเติมน้ำลงไปยังแหล่งกักเก็บมีมากกว่าอัตราการไหลออกมาของน้ำร้อนตามช่อง ทำให้น้ำในแหล่งกักเก็บจะอยู่ภายใต้ความดันที่ใกล้เคียงกับความความดันที่เกิดจากแรงของน้ำจากระดับน้ำใต้ดินลงไปจนถึงแหล่งกักเก็บ ความดันขนาดนี้จึงมักจะเพียงพอที่สามารถบังคับไม่ให้น้ำเดือดกลายเป็นไอ แม้อุณหภูมิจะสูงมากก็ตาม โดยอาจจะมีอุณหภูมิสูงกว่า 350 องศาเซลเซียส ระบบนี้จะพบเป็นมากที่สุดในโลก ตัวอย่างระบบนี้ได้แก่ Cerro Prieto ในประเทศเม็กซิโก Matsukawa และ Hatchobaru ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

3. ระบบความดันธรณี (Geopressure System) เป็นระบบที่ให้น้ำร้อนความดันสูงมาก เกิดจากของไหลในแหล่งกักเก็บถูกปิดกั้นอยู่ภายใต้ความดันสูงมากอันเกิดจากชั้นหินที่ทับถมอยู่ด้านบน ระบบนี้จะมีสมบัติพิเศษคือ น้ำร้อนจะเป็นน้ำในเนื้อหิน (Connate Water) และมีก๊าซมีเทนปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างของระบบนี้ได้แก่ Gulf Coast ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งที่นี่ยังมีน้ำร้อนจะอยู่ลึกลงไปจากผิวโลกประมาณ 6 กิโลเมตร อุณหภูมิประมาณ 240 องศาเซลเซียส และมีความดันประมาณ 760 บาร์

4. ระบบหินร้อนแห้ง (Hot Dry Rock System) เป็นระบบที่แหล่งกักเก็บสะสมความร้อนเป็นหินเนื้อแน่นที่ร้อน แต่ไม่มีน้ำหรือไอน้ำอยู่ในหินดังกล่าว การพัฒนาหินร้อนแห้งขึ้นมาใช้จึงต้องเริ่มด้วยการทำให้หินนั้นเกิดรอยแตกที่ทำให้สามารถไหลผ่านได้สะดวกด้วยความเร็วต่ำ และเป็นรอยแตกที่ให้พื้นผิวสัมผัสระหว่างน้ำและหินมากที่สุด ระบบนี้ถูกนำไปทดลองกับหินร้อนแห้งที่ Carnmenellis Granite ประเทศสหราชอาณาจักร, Fenton Hill มลรัฐนิวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกา และที่ Oita Prefecture ประเทศญี่ปุ่น

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพของประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยมีน้ำพุร้อน น้ำพุไอน้ำร้อน และบ่อน้ำร้อน กระจายอยู่ทั่วไปไม่ต่ำกว่า 60 แห่ง โดยจะพบมากที่สุดทางภาคเหนือ รองลงมาทางภาคตะวันตก และภาคใต้ ตามลำดับ ซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นบริเวณที่เปลือกโลกได้ผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยาคล้าย ๆ กันมาตลอดระยะเวลาอันยาวนาน และจากการศึกษาวิจัยของ ศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ รามิงวงศ์ และคณะ (Ramingwong, et al., 1980; Ramingwong, et al., 1985; และ Ramingwong, et al., 1990; อ้างถึงใน กิตติชัย, 2536) พบว่าในภาคเหนือของประเทศไทยมีแหล่งกักเก็บ

พลังงานความร้อนที่มีแนวโน้มของศักยภาพสูงที่สมควรจะดำเนินการพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ ทั้งในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าและการเกษตรกรรม โดยที่แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพในภาคเหนือสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ ตามศักยภาพของพลังงานที่จะนำมาใช้ประโยชน์

1. กลุ่มที่มีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บอยู่ในระดับสูง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 170 ถึง 200 องศาเซลเซียส ได้แก่ ในพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ คือ น้ำพุร้อนโป่งฮ่อมและโป่งนก อำเภอสันกำแพง, น้ำพุร้อนฝาง อำเภอฝาง, น้ำพุร้อนป่าแป๋ อำเภอแม่แตง และน้ำพุร้อนเทพพนม อำเภอแม่แจ่ม นอกจากนี้ยังมีในพื้นที่ของจังหวัดเชียงราย คือน้ำพุร้อนแม่จัน อำเภอแม่จัน เป็นต้น

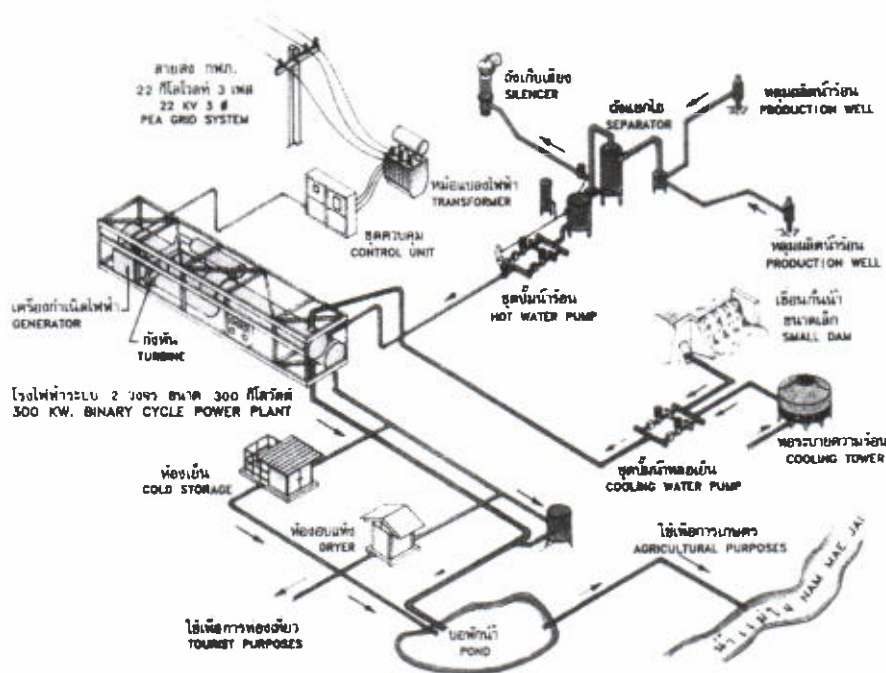
2. กลุ่มที่มีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บอยู่ในระดับต่ำ คือ เป็นแหล่งกักเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 170 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอยู่หลายแห่งทั่วประเทศ

ปัจจุบันแหล่งกักเก็บที่มีศักยภาพสูงเหล่านี้ได้มีการขุดเจาะและนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และยังสามารถนำเอาน้ำร้อนที่เหลือจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าและมาใช้กับผลิตผลทางการเกษตรอีกด้วย

สำหรับทางภาคใต้ได้มีแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีอุณหภูมิอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งพบในบริเวณของพื้นที่อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง, อำเภอเบตง จังหวัดยะลา, อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง, อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา และพื้นที่ของจังหวัดพังงาและระนอง เป็นต้น

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ร่วมกับคณะทำงานอันประกอบด้วยกรมทรัพยากรธรณี และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินการสำรวจศักยภาพของการพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ในชั้นรายละเอียดของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ อำเภอสันกำแพงและอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นต้นมา และได้รับความร่วมมือจากองค์การเพื่อการจัดการด้านพลังงานประเทศฝรั่งเศส ซึ่งให้ความช่วยเหลือในด้านวิชาการและผู้เชี่ยวชาญมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ผลการสำรวจสรุปได้ว่า น้ำร้อนจากหลุมเจาะระดับตื้นของแหล่งฝาง มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบ 2 วงจร ขนาดกำลังผลิต 300 กิโลวัตต์ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2531 กฟผ. จึงได้จัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบ 2 วงจร ขนาดกำลังผลิต 300 กิโลวัตต์ มาติดตั้งเป็นโรงไฟฟ้าสาธิตที่ใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแห่งแรกเพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งาน ซึ่งได้ทำการติดตั้งเมื่อเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2532 โดยได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นจากกรมวิชาการเกษตร กรมป่าไม้ กรมการพลังงานทหาร และองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะเป็นโรงไฟฟ้าระบบ 2 วงจร โดยทั่วไปเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้กับแหล่งพลังงานความร้อนที่มีอุณหภูมิปานกลางที่มีหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าระบบนี้ คือ นำน้ำร้อนไปถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวหรือสารทำงาน (Working Fluid) ที่มีจุดเดือดต่ำจนกระทั่งเดือดเป็นไอ แล้วนำไอน้ำนี้ไปหมุนกังหันเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าออกมา สำหรับโรงไฟฟ้าขนาดกำลังผลิต 300 กิโลวัตต์ ที่ฝางนี้ใช้น้ำร้อนจากหลุมเจาะระดับตื้นที่มีอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส มีปริมาณการไหล 16.5 ถึง 22 ลิตร/วินาที มาถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำงานและใช้น้ำที่อุณหภูมิ 15-30 องศาเซลเซียส ปริมาณ 72 ถึง 94 ลิตรต่อวินาที เป็นตัวหล่อเย็น ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 1.2 ล้านหน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และส่งเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เพื่อจ่ายให้ผู้บริโภคต่อไป



ภาพที่ 2 แสดงการทำงานของโครงการอเนกประสงค์พลังงานความร้อนใต้พิภพผาง (ฝ่ายพัฒนาและแผนงาน, 2537)

สำหรับน้ำร้อนที่นำไปใช้ในโรงไฟฟ้าเมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำงานแล้ว อุณหภูมิจะลดลงเหลือ 77 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอบแห้งและห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตรได้ โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสถานทดลองพืชสวนผาง กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการวิจัยการใช้ประโยชน์ดังกล่าว โดยการสร้างห้องอบและห้องเย็นขึ้นใช้งาน นอกจากนี้ กพฟ.ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศและระบบดูดละลายเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำร้อนที่ออกจากโรงไฟฟ้า ในการทำความเย็นสำหรับห้องเย็นเพื่อเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตร และห้องทำงาน ส่วนน้ำที่เหลือใช้แล้วยังสามารถ นำไปใช้ในกิจการเพื่อกายบำบัดและการท่องเที่ยวได้อีก ซึ่งกรมป่าไม้ มีโครงการที่จะนำมาใช้ต่อไป ท้ายที่สุดน้ำทั้งหมดซึ่งมีสภาพเป็นน้ำอุ่นจะถูกปล่อยลงไปผสมกับน้ำตามธรรมชาติในลำน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาณน้ำให้กับเกษตรกรในฤดูแล้งได้อีกทางหนึ่ง ในแต่ละปีน้ำที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าอำเภอผางนี้จะมีปริมาณ 500,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและใช้ในการเกษตรได้ ทั้งหมดที่กล่าวมานับเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไฟฟ้า ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ร่วมกันจัดทำเป็นโครงการอเนกประสงค์ขึ้น เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป โดยที่ กพฟ.ได้ตกลงร่วมมือกับองค์การเพื่อการจัดการด้านพลังงานประเทศฝรั่งเศส สำหรับการสำรวจหาศักยภาพของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับลึกที่แหล่งผางต่อไป เพื่อขยายกำลังผลิตเท่าที่จะเป็นไปได้ โครงการความร่วมมือนี้ใช้เวลาดำเนินการ 5 ปี คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 - 2538 สำหรับระยะเวลา 2 ปีแรก เป็นการสำรวจทางธรณีวิทยา ทางธรณีฟิสิกส์ รวมถึงการเจาะสำรวจระดับตื้น จากผลการสำรวจในขั้นตอนนี้จะสามารถบ่งบอกถึงศักยภาพของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ รวมทั้งมีการเจาะสำรวจเพื่อพิสูจน์ทราบถึงศักยภาพของแหล่งกักเก็บที่แท้จริง ที่จะเป็นตัวแปรสำคัญของการประเมินกำลังผลิตที่จะติดตั้งต่อไป

บทสรุป

ถึงแม้ประเทศไทยมิได้อยู่ในแนวแผ่นดินไหวหรือแนวภูเขาไฟก็ตาม แต่ประเทศไทยก็มีรอยแยกของเปลือกโลกอยู่ตามแนวน้ำพุร้อนหรือบ่อน้ำร้อนที่พบมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ น้ำพุร้อนหรือบ่อน้ำร้อนเหล่านี้ได้ถูกพัฒนามาใช้ประโยชน์แล้วพอสมควร ที่พบมากก็คือ เพื่ออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว นอกจากนี้ก็ยังมีการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ การทำห้องอบไอน้ำแร่ โรงอบผลิตผลทางการเกษตร เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่ามีการใช้ประโยชน์ได้น้อยเมื่อเทียบกับศักยภาพของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีอยู่ในประเทศไทย จึงคาดว่าจะมีการวิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เพื่อนำมาเป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่งในอนาคตอันใกล้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติชัย วัฒนานิก, 2536, ธรณีฟิสิกส์ : โครงสร้าง รูปทรง และสมบัติของโลก. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ฝ่ายพัฒนาและแผนงาน, 2537, โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง. ฝ่ายประชาสัมพันธ์, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537, งานพัฒนาพลังงานทดแทนของ กฟผ. . ฝ่ายประชาสัมพันธ์, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2545, <http://www.nepo.go.th/doc/report-2544/index.html>
- Ramingwong, T., et al., 1980, Geothermal Resources of Northern Thailand – San Kamphaeng, Fang and Mae Chan Geothermal System, Report Submitted to EGAT, Chiang Mai University.
- Ramingwong, T., et al., 1985, Geochemical Data of Five Highest Potential System in Northern Thailand – San Kamphaeng, Fang and Mae Chan Geothermal System, Report Submitted to EGAT, Chiang Mai University.
- Ramingwong, T., et al., 1990, Geothermal Pre-Feasibility Study in the Phetchabun Area of Northern Thailand, J. of the Geothermal Research Society of Japan, 12, 229.
- Stacy, F.D., 1977, Physics of Earth, 2nd ed. USA : John Wiley & Sons.