พลังงานความร้อนใต้พิภพ
Geothermal Energy

สุวิทย์ เพชรห้วยลึก*

บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) (2545) ได้รายงานถึง สถานการณ์ นโยบาย และมาตรการพลังงานของประเทศไทย ปี 2544 โดยได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยขึ้น เพื่อระดมความคิดเห็นจากตัวแทนทั้งภาคราชการและเอกชน ก่อนที่จะนำแผนฯ ไปใช้งานในระยะต่อไป ซึ่งในแผนฯ ดังกล่าว ได้กำหนดมาตรการในการนำพลังงานทดแทนมาใช้ให้ได้ 20.81% และ 21.21% ของความต้องการพลังงานทั้งหมดของประเทศไทย ในปี 2549 และ 2554 ตามลำดับ ซึ่งมาตรการดังกล่าวได้กำหนดมาตรการเฉพาะด้านที่จะนำไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานทดแทนต่าง ๆ จำนวน 8 แหล่งด้วยกัน คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานจากเชื้อเพลิงที่ได้จากน้ำมันพืช พลังงานจากก๊าซชีวมวล พลังงานจากน้ำ พลังงานจากเซลเชื้อเพลิง และพลังงานความร้อนใต้พิภพ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพจึงเป็นเป้าหมายสำคัญอันหนึ่งที่จะต้องนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอนาคต ซึ่งเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งที่เราจะต้องรู้จักธรรมชาติของการเกิดพลังงานความร้อนใต้พิภพและวิธีการนำพลังงานความร้อนใต้พิภพมาใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าและผลพลอยได้อื่น ๆ ที่ได้ทำมาแล้วในประเทศไทย

แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพ

พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นพลังงานที่เกิดและกักเก็บสะสมตัวอยู่ภายใต้ผิวโลก ถึงแม้โลกจะเป็นแหล่งพลังงานความร้อนขนาดใหญ่ แต่บริเวณเปลือกโลกก็เย็นพอที่จะประกอบด้วยหินแข็ง ดิน และน้ำ ดังที่เป็นอยู่ทั้งนี้เพราะว่าความร้อนบริเวณเปลือกโลกได้แผ่รังสีออกไปยังชั้นบรรยากาศและอวกาศรอบ ๆ ส่วนประกอบของเปลือกโลกดังกล่าวทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนมิยอมให้ความร้อนจากภายในโลกออกสู่ภายนอกโลก ยกเว้นบริเวณที่เกิดรอยแตกหรือรอยแยกของเปลือกโลก โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นแนวแผ่นดินไหวหรือแนวภูเขาไฟเป็นต้น ดังนั้นความร้อนส่วนใหญ่จึงยังถูกกักเก็บไว้ใต้ผิวโลก ทำให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึก (Temperature Gradient) จากผิวโลก ของชั้นเปลือกโลกจึงมีค่าสูงประมาณ 30 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร ซึ่งจะทำให้เกิดการ

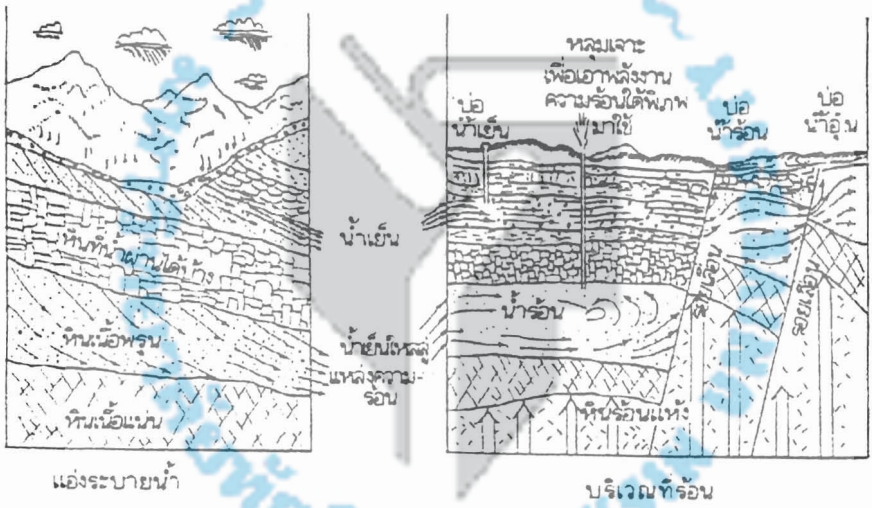
* อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

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

ถึงแม้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกของชั้นเปลือกโลกโดยปกติจะมีค่าเป็น 30 องศาเซลเซียสต่อกิโลเมตร แต่ก็มีบางบริเวณที่อัตราการเพิ่มอุณหภูมิกับความลึกมีค่าสูงกว่านี้มาก 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 เกิดขึ้นโดยกระบวนการที่เมื่อฝนตกลงมาในบริเวณใดๆ น้ำฝนจะไหลลงสู่ที่ต่ำ โดยส่วนหนึ่งจะซึมผ่านลงไปสู่ชั้นใต้ดิน ผ่านชั้นดิน ชั้นหินเนื้อฟ่าม (Permeable Soils and Rock) จนกระทั่งถึงชั้นหินเนื้อแน่นที่น้ำไหลซึมผ่านไปไม่ได้ (Impermeable Basement) เช่น หินแกรนิต เป็นต้น

น้ำที่ลงไปถึงหินเนื้อแน่นนี้เมื่อได้รับความร้อนจากหินดังกล่าวก็จะขยายตัวลดความหนาแน่นลงและลอยตัวกลับขึ้นมาสู่ด้านบน แล้วถูกปิดกั้นโดยสิ่งกีดขวางทางธรณีวิทยา เช่น หินดินดาน (Shale) ซึ่งน้ำซึมผ่านยาก หรือหินครอบ (Cap Rock) ที่เกิดจากการตกตะกอนแร่ของน้ำร้อน ดังนั้นน้ำที่ลอยขึ้นมาก็จะถูกกักเก็บอยู่ภายในชั้นหินเนื้อพรุนหรือชั้นหินอุ้มน้ำใด ๆ เมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลานานน้ำนี้ก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมาก 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) เป็นระบบที่อัตราการเติมน้ำเข้าไปในแหล่งกักเก็บมีน้อยกว่าอัตราไหลออกมาของน้ำร้อนตามช่อง จึงทำให้แหล่งกักเก็บมีความดันไม่สูงพอที่จะปิดกั้นการเดือดกลายเป็นไอของน้ำ แหล่งกักเก็บระบบนี้จึงเต็มไปด้วยไอน้ำ ตัวอย่างของระบบนี้ได้แก่ The Geyser Field ที่มลรัฐ แคลิฟอเนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา และ Larderello ในประเทศอิตาลี เป็นต้น

2. ระบบที่ให้น้ำร้อนเป็นส่วนใหญ่ (Water Dominated System) เป็นระบบที่อัตราการเติมน้ำลงไปยังแหล่งกักเก็บมีมากกว่าอัตราการไหลออกมาของน้ำร้อนตามช่อง ทำให้น้ำในแหล่งกักเก็บจะอยู่ภายใต้ความดันที่ใกล้เคียงกับความความดันที่เกิดจากแท่งของน้ำจากระดับน้ำใต้ดินลงไปจนถึงแหล่งกักเก็บ 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 ซึ่งที่นี่น้ำร้อนจะอยู่ลึกลงไปจากผิวโลกประมาณ 6 กิโลเมตร อุณหภูมิประมาณ 240 องศาเซลเซียส และมีความดันประมาณ 760 บาร์

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

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพของประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยมีน้ำพุร้อน น้ำพุไอน้ำร้อน และบ่อน้ำร้อน กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปไม่ต่ำกว่า 60 แห่ง โดยจะพบมากที่สุดทางภาคเหนือ รองลงมาทางภาคตะวันตก และภาคใต้ ตามลำดับ ซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นบริเวณที่เปลือกโลกได้ผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยาคล้าย ๆ กันมาตลอดระยะเวลานาน และจากการศึกษาวิจัยของศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ รมิงวงศ์ และคณะ (Ramingwong, et al., 1980; Ramingwong, et al., 1985; และ Ramingwong, et al., 1990; อ้างถึงใน กิตติชัย, 2536) พบว่าในภาคเหนือของประเทศไทยมีแหล่งกักเก็บ

พลังงานความร้อนที่มีแนวโน้มของศักยภาพสูงที่สมควรจะดำเนินการพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ ทั้งในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าและการเกษตรกรรม โดยที่แหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพในภาคเหนือสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ ตามศักยภาพของพลังงานที่จะนำมาใช้ประโยชน์

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

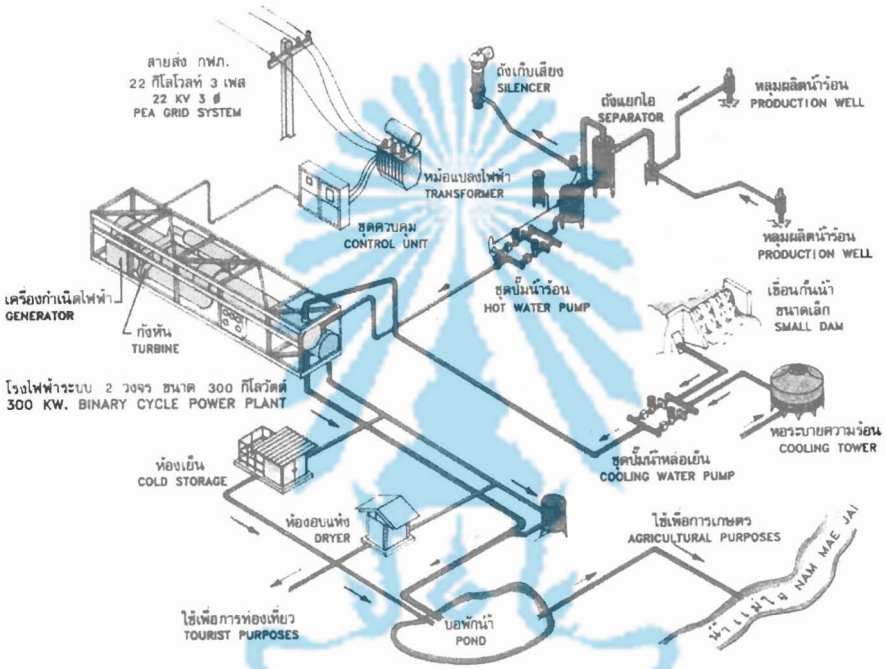
2. กลุ่มที่มีอุณหภูมิของแหล่งกักเก็บอยู่ในระดับต่ำ คือ เป็นแหล่งกักเก็บที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 170 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอยู่หลายแห่งทั่วประเทศ

ปัจจุบันแหล่งกักเก็บที่มีศักยภาพสูงเหล่านี้ได้มีการขุดเจาะและนำมาพัฒนาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และยังนำเอาน้ำร้อนที่เหลือจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าและมาใช้กับผลิตผลทางการเกษตรอีกด้วย

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

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ร่วมกับคณะทำงานอันประกอบด้วยกรมทรัพยากรธรณี และ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำเนินการสำรวจศักยภาพของการพัฒนาแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ในขั้นรายละเอียดของแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ 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 แล้วนำไอน้ำนี้ไปหมุนกังหันเพื่อขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าออกมา 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 เพื่อจ่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้าต่อไป



ภาพที่ 2 แสดงการทำงานของโครงการอเนกประสงค์พลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง (ฝ่ายพัฒนาและแผนงาน, 2537)

สำหรับน้ำร้อนที่นำไปใช้ในโรงไฟฟ้าเมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำงานแล้ว อุณหภูมิจะลดลงเหลือ 77 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอบแห้งและห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตรได้ โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสถานีทดลองพืชสวนฝาง กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการวิจัยการใช้ประโยชน์ดังกล่าวโดยการสร้างห้องอบและห้องเย็นขึ้นใช้งาน นอกจากนี้ กฟผ.ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศและระบบดูดละลายเพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำร้อนที่ออกจากโรงไฟฟ้า ในการทำความเย็นสำหรับห้องเย็นเพื่อเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตรและห้องทำงาน ส่วนน้ำที่เหลือใช้แล้วยังสามารถ นำไปใช้ในกิจการเพื่อกายบำบัดและการท่องเที่ยวได้อีก ซึ่งกรมป่าไม้ มีโครงการที่จะนำมาใช้ต่อไป ท้ายที่สุดน้ำทั้งหมดซึ่งมีสภาพเป็นน้ำอุ่นจะถูกปล่อยลงไปผสมกับน้ำตามธรรมชาติในลำน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาณน้ำให้กับเกษตรกรในฤดูแล้งได้อีกทางหนึ่ง ในแต่ละปีน้ำที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าอำเภอฝางนี้จะมีปริมาณ 500,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและใช้ในการเกษตรได้ ทั้งหมดที่กล่าวมานับเป็นผลพลอยได้จากการผลิตไฟฟ้า ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ร่วมกันจัดทำเป็นโครงการอเนกประสงค์ขึ้น เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป โดยที่ กฟผ.ได้ตกลงร่วมมือกับองค์การเพื่อการจัดการด้านพลังงานประเทศฝรั่งเศส สำหรับการสำรวจหาศักยภาพของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับลึกที่แหล่งฝางต่อไป 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 ดังนั้นจะเห็นว่ามีการประยุกต์ใช้ได้น้อยเมื่อเทียบกับศักยาภาพของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีอยู่ในประเทศไทย จึงคาดว่าคงจะมีการวิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น เพื่อนำมาเป็นพลังงานทดแทนทางเลือกหนึ่งในอนาคตอันใกล้นี้

เอกสารอ้างอิง

กิตติชัย วัฒนานิกร, 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 Geotheraml 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 Geotheraml 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.