

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำพุร้อน

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2551) ได้จำแนกการใช้ประโยชน์น้ำพุร้อนในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

- 1) ประโยชน์ด้านนันทนาการ การท่องเที่ยว และธรรมชาติบำบัด
- 2) ประโยชน์ด้านแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค
- 3) ประโยชน์ด้านพลังงานความร้อนใต้พิภพ
- 4) ประโยชน์ของการเป็นคุณค่าและความสำคัญในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยา ธรณีเคมี

อุทกวิทยา และจุลชีววิทยา

การใช้น้ำแร่เพื่อการบริโภคนั้นปัจจุบัน พบว่าการบริโภคน้ำแร่กำลังได้รับความนิยมในกลุ่มคนที่รักสุขภาพเนื่องจากน้ำแร่มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น แคลเซียมช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน แมกนีเซียมเกี่ยวข้องกับการเกิดพลังงานในร่างกาย โพแทสเซียมช่วยรักษาสมดุลของน้ำ สมดุลความเป็นกรด-ด่าง และการรับส่งกระแสประสาทความรู้สึกรวมมนุษย์ ฟลูออไรด์ช่วยให้ฟันแข็งแรง ไบคาร์บอเนตช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร และซิลิเฟตช่วยให้เลือดแข็งตัว ป้องกันเลือดไหลไม่หยุด และช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูก ซึ่งจากประโยชน์ของแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำแร่จึงทำให้มีการนำน้ำแร่มาใช้ในการบำบัดรักษา และบริโภคเพื่อสุขภาพ แต่อย่างไรก็ตามการนำน้ำแร่ธรรมชาติมาใช้ในการบริโภคต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย

กรมทรัพยากรธรณี (2546) ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำพุร้อนหลายแห่งในประเทศไทย พบว่าน้ำพุร้อนที่พบเห็นโดยทั่วไป มีลักษณะค่อนข้างเป็นน้ำใส ไม่มีสีอุณหภูมิผิวดินอยู่ระหว่าง 40 – 100 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 6.4 – 9.5 ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าระหว่าง 225 – 26,000 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร น้ำพุร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 75 องศาเซลเซียส จะมีสัดส่วนของแก๊สที่ผสมอยู่ในน้ำพุร้อนเป็นปริมาณน้อยจึงทำให้ไม่มีกลิ่นของซัลไฟด์และแก๊สโซเดียมหรืออาจได้กลิ่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ปริมาณของฟลูออไรด์อยู่ระหว่าง 0.005 – 20.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้ำพุร้อนที่เกิดบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกมีส่วนประกอบของฟลูออไรด์มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่น้ำพุร้อนที่เกิดบริเวณภาคใต้มีส่วนประกอบของคลอไรด์ค่อนข้างสูงมาก มีลักษณะของน้ำพุร้อนที่เป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม ซึ่งแหล่งน้ำพุร้อนที่มีปริมาณคลอไรด์ค่อนข้างสูง สาเหตุเนื่องมาจากการผสมกับน้ำทะเลซึ่งทำให้ปริมาณของสารทั้งหมดที่ละลายได้ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและซิลิเฟต สูงมากขึ้นด้วย โดยปริมาณของโซเดียมมีค่าระหว่าง 4 – 5,479 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับน้ำพุร้อนในบริเวณอื่นๆ ของโลก ปริมาณของโพแทสเซียมมีค่าระหว่าง 1 – 208 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแคลเซียมมีค่าระหว่าง 1.2 – 1,005 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแมกนีเซียมมีค่าระหว่าง 0.01 – 375 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของเหล็กค่อนข้างต่ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.005 – 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซิลิกาค่อนข้างสูงในบริเวณน้ำพุร้อนภาคเหนือที่มีอุณหภูมิผิวดินสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส คือ มีค่าระหว่าง 25 – 273 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของไบคาร์บอเนตค่อนข้างสูงมีค่าระหว่าง 47 – 608 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซิลิเฟตส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่บริเวณที่น้ำพุร้อนเป็นน้ำเค็มจะมีปริมาณซิลิเฟตเพิ่มมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำพุร้อนจากแหล่งน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) จำนวน 4 ตัวอย่าง พบว่าคุณภาพน้ำมีฤทธิ์เป็นกลาง (pH 7.3 – 7.5) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total dissolved solid, TDS) มีปริมาณไม่สูงนัก (430 – 465 มิลลิกรัมต่อลิตร) อัตราส่วนระหว่างปริมาณของโซเดียม ต่อปริมาณโพแทสเซียม (Na:K) มีค่าประมาณ 10:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่สมดุล แมกนีเซียม มีปริมาณค่อนข้างต่ำ (0.27 – 3.3 มิลลิกรัมต่อลิตร) แสดงว่า น้ำร้อนจากใต้ดินไม่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำบาดาล แคลเซียม ซิลิกา และคลอไรด์ มีปริมาณไม่สูง เหล็กมีปริมาณต่ำมาก ไม่พบแอมโมเนีย แต่ฟลูออไรด์ มีมากเกินกว่ามาตรฐานของน้ำสะอาดที่ใช้ดื่ม ซึ่งกำหนดให้ฟลูออไรด์ มีปริมาณน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

จารุจินต์ (2550) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบางประการและสภาพทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำพุร้อนแจ้ซ้อน พบว่ามีค่าคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับที่กรมทรัพยากรธรณี (2546) ได้รายงาน ยกเว้นค่าคลอไรด์ที่มีค่าสูงที่สุดสูงกว่าที่เคยรายงานไว้ ส่วนสิ่งมีชีวิตที่พบในน้ำพุร้อนพบมากที่สุดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จำนวน 24 ชนิด, 10 ชนิดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส, 13 ชนิดที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส และ 2 ชนิดที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส โดยสิ่งมีชีวิตที่พบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส คือ พืชกินแมลง ตัวอ่อนแมลงวัน ไคอะตอม ซิลิเอต โรติเฟอร์ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว กิ่งน้ำ หนอนแมลงวัน หนอนแดง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบ ซัลเฟอร์แบคทีเรีย ไคอะตอม สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซิลิเอตโปรโตซัว หนอนตัวกลม หนอนแดง แมลงจางวน ที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และ filamentous bacteria เส้นใยสีขาว

อุดมลักษณ์ (2542) ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายในน้ำพุร้อนบางแหล่งในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยทำการเก็บตัวอย่างสาหร่ายในช่วงอุณหภูมิ 30 – 80 องศาเซลเซียส รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำด้วย พบสาหร่ายทั้งหมด 73 ชนิด สาหร่ายส่วนใหญ่เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในดิวิชัน Cyanophyta รองลงมา คือ สาหร่ายพวกไคอะตอมในดิวิชัน Bacillariophyta โดยชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบมากที่สุด คือ Phormidium boryanum (Bory ex Gom.) Anagen. Et Kom., Synechococcus lividus Nageli และ S. areuginosus Naeli ชนิดของไคอะตอมที่พบมากที่สุด คือ Diatomella balfouriana Grev. และ Rhopalodia constricta (W. smith) Krammer อุณหภูมิมีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาณซิลิเฟต โดยพบว่า Synechococcus spp. มักพบในน้ำที่มีอุณหภูมิ 50 – 80 องศาเซลเซียส และมีปริมาณซิลิเฟตมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

Round (1975) ศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำพุร้อน พบว่า การกระจายชนิดของสาหร่ายขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณของสารละลายในน้ำ ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงถึง 85 องศาเซลเซียส พบแต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

Rutter (1952) ศึกษาความทนทานของสาหร่ายกับสภาพความเป็นกรดและค่าของแหล่งน้ำพุร้อน พบว่า น้ำพุร้อนส่วนใหญ่มีสภาพความเป็นต่างด้วย โดยแหล่งน้ำพุร้อนที่มีสภาพเป็นกรดมักพบสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวเป็นส่วนใหญ่ เช่น Cyanidium caldarium และในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส จะพบไคอะตอม

จากการศึกษาโปรโตซัวในแหล่งน้ำพุร้อน พบว่าโปรโตซัวในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง 36 – 61 องศาเซลเซียสเท่านั้น โปรโตซัวที่พบส่วนใหญ่อยู่ในคลาสซิลิอาตา (Ciliata) ได้แก่ พารามีเซียม พบมากเกือบทุกเดือน ส่วนช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พบโปรโตซัวคลาส ซาร์โคตินา ได้แก่ อะมิบา

สำหรับสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร Fogg, et.al. (1973) พบว่า แหล่งน้ำพุร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะไม่พบสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส มักพบพวก epydrid (diptera) larva

2.2 การประยุกต์ทางธรณีฟิสิกส์กับแหล่งน้ำพุร้อน

ลักษณะธรรมชาติการเกิดของแหล่งบ่อน้ำร้อนกับแหล่งความร้อนใต้พิภพคล้ายกัน คือมีต้นกำเนิดความร้อนที่ถ่ายเทพลังงานให้น้ำใต้ดินเหมือนกัน มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาเป็นตัวเชื่อมหรือกักเก็บ โดยต่างกันที่ระดับความร้อนของอุณหภูมิ ความลึกและขนาดของพื้นที่เป็นแหล่งศักยภาพ แหล่งความร้อนใต้พิภพอาจลึก 1-2 กิโลเมตร คลุมพื้นที่กว้าง เป็น 100 ตารางกิโลเมตร อุณหภูมิสูงมากจนบางครั้งเป็นไอน้ำ ส่วนบ่อน้ำร้อนที่พบที่ผิวดินได้จากต้นแทรกขึ้นของน้ำร้อนที่อยู่ใต้ดิน อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิของร่างกายนิคหน่วยพื้นที่เฉพาะแหล่ง อาจมีบ่อน้ำพุร้อนขึ้นมาเป็นกระจุกหลายบ่อ คลุมพื้นที่ 2-3 ตารางกิโลเมตร

ดังนั้นในการสำรวจหาค่าศักยภาพของแหล่งน้ำพุร้อนก็เป็นวิธีเดียวกันที่ใช้สำรวจแหล่งความร้อนใต้พิภพ คือใช้เทคโนโลยีทางธรณีฟิสิกส์หาโครงสร้างทางธรณีวิทยาและขอบเขตที่เป็นแหล่งศักยภาพใต้ดิน โดยมีวิธีการหลายวิธี การศึกษาที่ผ่านมา มีการเลือกวิธีการวัดค่าสนามแม่เหล็กเทลเลอร์ลิต (magnetotelluric – MT) เป็นการวัดค่าสนามแม่เหล็กที่เกิดจากชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แล้วเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสในชั้นเปลือกโลก สามารถศึกษาลงลึกเป็นหลายกิโลเมตรซึ่งคำนวณแปรผันตามความถี่ การประยุกต์ MT กับแหล่งความร้อนใต้พิภพ เช่น

Aiken and Ander (1981) ได้ทำการสำรวจแหล่งความร้อนใต้พิภพ ด้วย MT จำนวน 200 แห่ง ระยะห่าง 15–20 km ในรัฐ New Mexico and Arizona ในสหรัฐอเมริกา แสดงเป็นภาคตัดขวางทางธรณีไฟฟ้า เมื่อประมวลผลแบบห้อยลึกและแบบจำลองเชิงผกผัน ได้เป็นแผนที่บริเวณแหล่งศักยภาพของหินร้อนแห้ง (Hot dry rock) ที่ใหญ่ที่สุด

Cumming and Mackie (2010) สำรวจด้วยการวัดค่า MT แหล่งหินกักเก็บความร้อนใต้พิภพ (geothermal reservoirs) ที่ Glass Mountain ประเทศอินโดนีเซีย ในแบบจำลองเชิง 1D, 2D and 3D พบชั้น smectite clay ให้ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ ค่าสภาพให้ซึมผ่านได้ต่ำ เป็นชั้นกั้นแหล่งหินกักเก็บความร้อนใต้พิภพ

มีการนำเอาเทคนิคการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามาใช้ในการสำรวจแหล่งความร้อนใต้พิภพ เช่น

Suanburi (1997) ได้ศึกษาแหล่งความร้อนใต้พิภพ the Hathobaru Geothermal area, Central of Kyushu, ประเทศญี่ปุ่น โดยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ Mise-a-la-Masse โดยใช้บล็อกท่อหลุมเจาะที่เล็กใช้แล้วลึก 500 เมตร เป็นขั้วไฟฟ้า C1 ส่วน C2 อยู่ห่าง 5 กิโลเมตร จุดวัดค่าเป็นแบบรัศมียาว 1 กิโลเมตร จำนวน 18 เส้นสำรวจ และทำการวัดค่า MT ด้วยบริเวณใกล้เคียง พบรอยเลื่อนใหญ่ 2 แนววางตัว NW-SE และเขตแหล่งความร้อน จากค่าสภาพไฟฟ้าต่ำ สอดคล้องกับ แบบจำลอง MT ที่ค่าสภาพไฟฟ้าต่ำบริเวณเดียวกันลึกกว่า 500 เมตร

Gad El-Qady (2006) ทำการสำรวจแหล่งความร้อนใต้พิภพและแหล่งน้ำใต้ดิน ทางไฟฟ้าแบบห้อยลึก (vertical electrical soundings - VES) โดยวางระบบขั้วไฟฟ้าแบบ Schlumberger ขยายระยะห่างขั้วไฟฟ้า AB/2 ถึง 1,000 เมตร จำนวน 19 แห่ง ที่ Hammam Mousa, Sinai ประเทศ Egypt พบการกระจายของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำที่น่าจะเป็นน้ำพุร้อน

Bibby *et al.* (2009) วัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระดับลึก ที่ Wairakei geothermal field New Zealand ด้วยการวางระบบขั้วไฟฟ้าแบบ Wenner ระยะขั้วไฟฟ้า ($a \sim 550$ เมตร) และแบบ Schlumberger array ($AB/2 = 500$ เมตร and 1,000 เมตร) แสดงความแตกต่างของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงจากชั้นบน ช่วงความลึก 500 เมตร เป็นน้ำเย็นด้านล่าง พบเขตที่เป็นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ (5–10 Ωm) เป็นชั้นน้ำร้อนและเก็บ โน้ตย่อว่าหินที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำ

การสำรวจหาศักยภาพของแหล่งน้ำพุร้อนเป็นนิยามเกี่ยวกับการสำรวจหาน้ำใต้ดิน แต่ต้องมีการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างแหล่งน้ำร้อนและน้ำเย็น การประยุกต์วิธีการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า การสำรวจแบบหยั่งลึกมักจะนำมาใช้ในการหาชั้นน้ำบาดาล (ได้ข้อมูลเฉพาะตำแหน่งสำรวจตามแนวดิ่ง) (Kollerit, 1969) โดยเฉพาะในประเทศไทยส่วนมากใช้วิธีการนี้เป็นข้อมูลในการเจาะหาน้ำบาดาล ประเทศไทยได้มีการประยุกต์เทคนิคการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 2-3 มิติ หาชั้นน้ำบาดาลสามารถกำหนดเขตศักยภาพของน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกอย่างได้ผลมาแล้ว เช่น ทำการศึกษาแหล่งทรัพยากรน้ำใต้ดิน บริเวณวิทยาเขตศรีราชา มก. สามารถกำหนดเขตศักยภาพน้ำใต้ดินที่ให้น้ำมากหรือให้น้ำจากรอยแตกของหินแกรนิตได้ (จีเชลล์ สวนบุรี, 2549) และบริเวณเป็นเขตของหินแกรนิตมีศักยภาพน้ำใต้ดินต่ำเช่น บริเวณสวนสัตว์เปิดเขาเขียว อำเภอศรีราชา ศึกษากระบวนการน้ำบาดาล กำหนดจุดเจาะน้ำใต้ดินได้ผลดี (จีเชลล์ สวนบุรี และคณะ, 2550) เมื่อปรับปรุงวิธีการให้ข้อมูลที่ลึกและละเอียดมากขึ้น เพื่อการศึกษาหาแหล่งน้ำใต้ดินของหินปูนจนพัฒนาวิธีการ เรียกว่า resistivity scanning (Suanburi and Wathanakul, 2009) สามารถการศึกษาลักษณะน้ำใต้ดินได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะชั้นน้ำใต้ดินที่อยู่ใกล้ชายทะเลหรือบนเกาะเพื่อการจัดการใช้น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ และหลีกเลี่ยงการดักน้ำจืดจากน้ำเค็มเข้าผสมน้ำจืด (Suanburi, 2010)

ดังนั้นในการพัฒนาจากระบบและวิธีการสำรวจหาน้ำอย่างได้ผลมาแล้วเพื่อศึกษาศักยภาพของแหล่งน้ำพุร้อนที่ได้

2.3 ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อระหว่างแหล่งน้ำพุร้อนและการท่องเที่ยว

ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อระหว่างแหล่งน้ำพุร้อนและการท่องเที่ยว พบว่าน้ำพุร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบริโภค เช่น น้ำแร่กำลัที่ได้รับความนิยมในกลุ่มคนที่รักสุขภาพเนื่องจากน้ำแร่มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น แคลเซียม ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน แมกนีเซียม เกี่ยวข้องกับการเกิดพลังงานในร่างกาย โพแทสเซียม ช่วยรักษาสมดุลของน้ำ สมดุลความเป็นกรด-ด่าง และการรับส่งกระแสประสาท ความรู้สึกของมนุษย์ ฟลูออไรด์ ช่วยให้ฟันแข็งแรง ไบคาร์บอเนต ช่วยลดกรดในกระเพาะอาหาร และซัลเฟต ช่วยให้เลือดแข็งตัว ป้องกันเลือดไหลไม่หยุดและช่วยการเจริญเติบโตของกระดูก ซึ่งจากประโยชน์ของแร่ธาตุต่างๆ ในน้ำแร่จึงทำให้มีการนำน้ำแร่มาใช้ในการบำบัดรักษา และบริโภคเพื่อสุขภาพ โดยพบว่าแหล่งน้ำแร่หลาย ๆ แหล่งนิยมนำน้ำแร่มาใช้ในการบำบัดสุขภาพ เช่น การอาบ น้ำแร่ เป็นต้น (<http://sadoodta.com/category>)

ในขณะที่แหล่งน้ำพุร้อนได้รับความนิยมในหมู่นักท่องเที่ยว โดยเฉพาะการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ หรือ บางแหล่งถูกจัดเป็นแหล่งศึกษาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ พบว่า รูปแบบแหล่งท่องเที่ยวและการจัดการการท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยวเหล่านี้ยังขาดการประสานงาน ขาดระบบการวางแผนและการจัดการภายใต้หลักการบูรณาการระหว่างทรัพยากรท่องเที่ยว สังคมชุมชน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมุมมองด้านศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว (ศูนย์เพื่อการวางแผนการท่องเที่ยวและแก้ไขปัญหาความยากจนแห่งเอเชีย: 2549; Mowforth and Munt: 2003; Newsome and Moore : 2001) ดังนั้นการศึกษาถึงศักยภาพของ

แหล่งน้ำพุร้อนในบริบทเบื้องต้นเพื่อการพัฒนาศักยภาพการบริการและการท่องเที่ยวและเตรียมความพร้อมผู้
การวางแผนการจัดการการท่องเที่ยวสู่การท่องเที่ยวที่ยั่งยืนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นรูปแบบ
มาตรฐานสำหรับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวประเภทน้ำพุร้อนในระดับประเทศให้เกิดขึ้นอย่างจริงจังเพื่อเกิด
ประโยชน์ทั้งทรัพยากรท่องเที่ยว สังคมชุมชน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม โดยผลที่ได้จะเกิดแผนพัฒนาแหล่ง
ท่องเที่ยวที่เหมาะสม ตามแต่ละรูปแบบของการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับแหล่งท่องเที่ยวแต่ละแห่งในพื้นที่ตาม
ศักยภาพที่วิเคราะห์ได้

ในด้านการศึกษานโยบายการจัดการภูมิทัศน์มีกรอบแนวคิดสอดคล้องกับ ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบ
ฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตามแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559) โดยมีแนวความคิดหลักดังนี้

1. การรักษาฐานทรัพยากร และความสมดุลของระบบนิเวศ
2. การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและการพัฒนาที่ยั่งยืน
3. การพัฒนาคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น

ซึ่งแนวทางดังกล่าว สอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในประเด็นของการวิจัย
เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการหาแนวทางบริหาร
จัดการและพัฒนาคุณภาพของภูมิสถาปัตยกรรมในแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โดยอยู่บนพื้นฐานการพัฒนาตามความสามารถในการรองรับของพื้นที่ (Carrying Capacity) อย่างเหมาะสม
เพื่อตอบสนองต่อ การบริหารจัดการด้านการท่องเที่ยว การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และการมีส่วนร่วม
ของชุมชนกับการพัฒนาการท่องเที่ยว

วัตถุประสงค์ของแนวทางการจัดการภูมิสถาปัตยกรรม

1. เพื่อสำรวจ วิเคราะห์ ประเมินศักยภาพทรัพยากรนันทนาการ และจำแนกช่วงชั้นโอกาสทางด้าน
นันทนาการในพื้นที่ศึกษา การกำหนดขนาด ปริมาณการพัฒนาตามขีดความสามารถที่พื้นที่สามารถรองรับได้
2. เพื่อออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์วัฒนธรรม ในพื้นที่ศึกษาอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับลักษณะ
สังคม วัฒนธรรมของชุมชน
3. เพื่อกำหนดแนวทางในการวางแผนพัฒนาพื้นที่เพื่อเป็นแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติ และ
วัฒนธรรมอย่างเป็นระบบ เหมาะสมกับรูปแบบ วิถีชีวิต และส่งเสริมให้เกิดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนอย่าง
ยั่งยืน

2.4 แนวคิดของแนวทางการจัดการภูมิสถาปัตยกรรม

แนวทางการจัดการภูมิสถาปัตยกรรม ได้กำหนดกรอบแนวคิด และวิธีการศึกษา รวมถึงการสุ่ม
ตัวอย่างและคัดเลือกแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และแหล่งวัฒนธรรมในชุมชนในพื้นที่ศึกษาที่กำหนด โดย
ยึดกรอบการกำหนดขอบเขตของแหล่งนันทนาการแต่ละประเภทตามความเหมาะสมของพื้นที่ วิธีการศึกษา
และวิเคราะห์ข้อมูลตามตัวชี้วัดศักยภาพทรัพยากรนันทนาการ และออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์วัฒนธรรมตาม
หลักการทางด้านภูมิสถาปัตยกรรม โดยการพัฒนาระบบการพื้นฐานในการประเมินศักยภาพพื้นที่ ข้อจำกัดของ
พื้นที่ รวมถึงแนวทางสงวน รักษาและปรับปรุงภูมิทัศน์วัฒนธรรมของพื้นที่ศึกษา

โดยมุ่งเน้นไปที่สาระสำคัญของการจัดการภูมิทัศน์วัฒนธรรม คือ การศึกษาหาแนวทางการบริหาร
จัดการ สภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการกระทำที่เป็นผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างวัฒนธรรมของมนุษย์กับ
สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากมนุษย์รู้จักการจัดการภูมิทัศน์วัฒนธรรมอย่างดีแล้วย่อม

ส่งผลให้มนุษย์ค่าเงินชีวิตอย่างปกติสุข และมีความมั่นคงในชีวิตนั้นเอง โดยภูมิทัศน์วัฒนธรรมแบ่งออกตามความเข้มข้นของการจัดการของมนุษย์ที่มีต่อสภาพแวดล้อม ได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุมชนที่มีภูมิทัศน์นำวัฒนธรรม
2. ชุมชนที่มีลักษณะเด่นร่วมกับทั้งภูมิทัศน์ และวัฒนธรรม
3. ชุมชนที่มีวัฒนธรรมนำภูมิทัศน์

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการจัดการภูมิทัศน์ คือ การคำนึงถึงขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่ (Carrying Capacity) ทั้งในแง่มูลค่าต่างๆ อาทิ ระบบนิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม ในการจัดการเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน รวมถึง การมีส่วนร่วมของผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ (Participation) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่ง เพราะเป็นผู้ที่จะได้รับผลประโยชน์ และเสียผลประโยชน์จากการจัดการที่เกิดขึ้นโดยตรง หรืออาจเรียกว่า ผู้มีส่วนได้ และผู้มีส่วนเสียจากการดำเนินโครงการ สำหรับการมีส่วนร่วมของผู้ที่อยู่ในพื้นที่มีหลายรูปแบบ หลายระดับ มีหน้าที่หลายประเภท และทุกคนสามารถเข้าร่วมตัดสินใจได้ ดังนั้นการมีส่วนร่วมของประชาชนในท้องถิ่น จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการผลักดันให้เกิดการจัดการที่มีประสิทธิภาพ และส่งผลกระทบต่อทางลบน้อยที่สุด โดยเป้าหมายจากแรงผลักดันภายในชุมชน เพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนให้ได้มากที่สุด ซึ่งแนวทางการจัดการภูมิทัศน์โดยการยึดหลักในการเคารพลักษณะ และภูมิทัศน์วัฒนธรรมของพื้นที่ จะส่งผลดีต่อการการวางแผนพัฒนาและจัดการองค์ประกอบทุกส่วนของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในแหล่งน้ำพุร้อนในภาคตะวันตกของประเทศไทยให้เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ด้านทรัพยากรท่องเที่ยวในพื้นที่อันประกอบด้วยทรัพยากรการท่องเที่ยวทั้งธรรมชาติ และประวัติศาสตร์ /วัฒนธรรมที่มีพื้นฐานเกี่ยวเนื่องกับธรรมชาติ
2. ด้านการบริหารจัดการที่เน้นการมีส่วนร่วมของทุกฝ่ายมุ่งไปสู่การจัดการแบบยั่งยืน โดยตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อแหล่งท่องเที่ยวและชุมชนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง และมีการติดตามตรวจสอบผลกระทบดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันมิให้การท่องเที่ยวนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรการท่องเที่ยวและสังคมท้องถิ่น
3. ด้านการบริการต่างๆ ได้แก่ การบริการอาหาร ที่พัก ยานพาหนะ การนำเที่ยว และการบริการสื่อความหมายธรรมชาติ รวมไปถึงการจัดการด้านการบริการสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆที่เหมาะสม
4. ด้านตลาดการท่องเที่ยวและการจัดการที่เกี่ยวข้องกับนักท่องเที่ยว
5. ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชนหรือองค์กรท้องถิ่น ในลักษณะที่เหมาะสมและเอื้อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน ทั้งนี้ เพื่อให้พื้นที่ศึกษาเป็นตัวอย่างแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชาติอย่างเป็นรูปธรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดแนวทางการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่ยั่งยืน เหมาะสมสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมในระยะยาว และนำไปสู่การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับแนวคิดและองค์ประกอบต่างๆของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ได้รับการยอมรับและความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และเป็นกรณีตัวอย่างในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และเพื่อเป็นการศึกษารวบรวมประเด็นปัญหาและอุปสรรคต่างๆ รวมถึงการติดตามตรวจสอบและแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และในระยะเร่งด่วนหรือรอคอยของการนำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมในพื้นที่ศึกษา โดยใช้หลักการพื้นฐานของการวางแผนที่คณะผู้ศึกษายังถือเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมวางแผนต่างๆ (planning activities) ในกระบวนการวางแผน (planning process) มีดังต่อไปนี้

ความยืดหยุ่นและความต่อเนื่อง (Flexible and Continuous approach) การวางแผนควรมีความยืดหยุ่นและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่คาดคิด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงยืดหยุ่นรับสถานการณ์ดังกล่าวให้อยู่ภายในกรอบของความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และหลักการของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ นอกจากนี้ การวางแผนต้องคำนึงถึงเป้าหมายในระยะยาวและสามารถสร้างความต่อเนื่องของกิจกรรมต่างๆ ไปในอนาคต

- การวางแผนแบบองค์รวม (Comprehensive approach) หมายถึง การวางแผนที่พิจารณาองค์ประกอบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ อย่างมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน องค์ประกอบดังกล่าวได้แก่ ทรัพยากรท่องเที่ยว นักท่องเที่ยว การบริการด้านต่างๆ และองค์การบริหารจัดการตลอดจนกลุ่มต่างๆที่เกี่ยวข้อง

- การวางแผนแบบผสมผสาน (Integrated approach) โดยพิจารณาความสอดคล้องเชื่อมโยงระหว่างแผนจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศกับแผนการอนุรักษ์และ/หรือ การพัฒนาอื่นๆ ที่มีในพื้นที่ นอกจากนี้ยังมุ่งที่จะผสมผสานแผนการจัดการในระดับท้องถิ่นเข้ากับแผนในระดับจังหวัด ภูมิภาคและนโยบายของประเทศด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอีกด้วย

- การวางแผนโดยใช้หลักการของการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem management approach) ซึ่งคำนึงถึงความอ่อนแอของระบบนิเวศมากกว่าการได้รับผลประโยชน์จากการบริการหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆของระบบนิเวศ เป็นการวางแผนที่เน้นการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนต่อระบบนิเวศ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อพื้นที่ธรรมชาติที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว และชุมชนท้องถิ่น กิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศจะให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในการเข้าไปท่องเที่ยวในพื้นที่ธรรมชาติ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมธรรมชาติ การรักษาระบบนิเวศให้ยั่งยืนจำเป็นต้องมีมาตรการต่างๆเข้ามาควบคุมดูแล เช่น จำกัดจำนวนนักท่องเที่ยวให้เหมาะสม จำกัดพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์ และกันพื้นที่บริเวณที่อ่อนไหว เพราะบางไว้เป็นพื้นที่ที่ไม่ส่งเสริมให้มีกิจกรรมท่องเที่ยวเกิดขึ้นเป็นต้น รวมไปถึงกำหนดรูปแบบ/กิจกรรมการท่องเที่ยวที่เหมาะสม และการติดตามตรวจสอบผลกระทบจากการท่องเที่ยวที่มีต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้ การพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต้องกลมกลืนกับธรรมชาติ และวัฒนธรรมท้องถิ่นเป็นหลัก ไม่เปลี่ยนแปลงธรรมชาติเกินความจำเป็น คำนึงถึงการควบคุมผลกระทบสิ่งแวดล้อม ไม่ฟุ่มเฟือยและง่ายต่อการดูแลรักษา

- สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและได้รับการยอมรับจากทุกฝ่าย (Implementable and Acceptable approach) โดยเน้นการวางแผนที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ทั้งในด้านความพร้อมและขีดจำกัดขององค์การบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

- การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้และส่วนเสีย (Participatory approach) โดยเน้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้เกี่ยวข้องทั้งหลายตั้งแต่ระยะเริ่มแรกของการวางแผน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและการวางแผนเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ ไปจนกระทั่งขั้นตอนของการวินิจฉัย ประเมินทางเลือกของแผนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่ และการนำไปปฏิบัติ ตลอดจนติดตามผลของการดำเนินงานตามแผนดังกล่าว

- การวางแผนโดยชุมชนเป็นแกน (Community-based approach) โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนในระดับตำบลและหมู่บ้าน ซึ่งเน้นให้การจัดการการท่องเที่ยวดำเนินการโดยชุมชนท้องถิ่น ดังนั้นจึงเป็นการวางแผนที่ดำเนินการในลักษณะการกระตุ้นและเตรียมความพร้อมขอชุมชนไปพร้อมกันให้มีทักษะและเข้าใจการดำเนินการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศตามหลักการที่ถูกต้อง การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในกิจการด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเป็นที่ยอมรับกันว่ามีความเป็นไปได้ในการช่วยปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนท้องถิ่นให้ดีขึ้น

ขึ้นในระยะยาว อาจช่วยให้ชุมชนท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญขอแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นธรรมชาติ ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการช่วยส่งเสริมเรื่องการอนุรักษ์ ซึ่งมีความสำคัญต่อสังคมส่วนรวมระดับประเทศอีกด้วย

วิธีการวางแผนในลักษณะนี้ ให้ความสำคัญต่อกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม (Participatory approach) ในการจัดทำแผนและนำไปดำเนินการ ทั้งนี้ เพื่อให้ชุมชนท้องถิ่นได้เรียนรู้ถึงการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ กระบวนการจัดการที่ยั่งยืน (learning process) และสามารถที่จะจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในท้องถิ่นของตนอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับหลักการของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ สามารถเป็นแกนหรือเข้าร่วมในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศร่วมกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง การดำเนินการบริหารจัดการจะต้องมีความเป็นไปได้ เป็นที่ยอมรับของชุมชนส่วนรวม และมีการดำเนินการอย่างจริงจังต่อเนื่อง โดยเน้นการประสานความร่วมมือระหว่างชุมชนและหน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบทรัพยากรท่องเที่ยวและองค์กรอื่นๆ ที่มีวัตถุประสงค์อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งนี้เป็นการสร้างเสริมให้เกิดกิจกรรมที่ชาวบ้านในชุมชนมีโอกาสได้มากระทำร่วมกันให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและครัวเรือนของตนเอง

จากกรอบแนวคิด ดังกล่าว สามารถสรุปแผนการดำเนินงานการจัดการภูมิสถาปัตยกรรม ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมชุมชนทำการศึกษากฎมัตถ์วัฒนธรรมภายในแหล่งท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้องกับชุมชนเพื่อหาข้อดีที่ต้องทำการอนุรักษ์ และข้อก้อยที่เื่อการปรับปรุงเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการจัดการที่จะเกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ชุมชนสร้างความเข้าใจร่วมกันว่าแนวทางการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 3 ตั้งคณะทำงานเฉพาะจากภาคการคัดสรรบุคคลที่เหมาะสมในชุมชนด้วยความสมัครใจ

ขั้นตอนที่ 4 คณะกรรมการดำเนินการจัดภูมิทัศน์วัฒนธรรมรวบรวมข้อมูลเพื่อเขียนแผนการจัดการ

ขั้นตอนที่ 5 เสนอแผนต่อชุมชนเพื่อกำหนดกรอบแนวทางการจัดการภูมิทัศน์

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดที่กล่าวมา ทำให้คณะผู้วิจัยมองเห็นประเด็นการพัฒนาศักยภาพและการบริการการท่องเที่ยวที่ถูกหยิบยกมาวิพากษ์วิจารณ์มากขึ้น เนื่องจากแหล่งท่องเที่ยวโดยเฉพาะแหล่งน้ำพุร้อนหลายๆ แหล่งถูกนำไปใช้โดยขาดการศึกษาถึงศักยภาพที่เหมาะสมของแหล่งท่องเที่ยวนั้น ทำให้เกิดการพัฒนาด้านที่สวนทางกับระหว่าง การพัฒนาและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า หรือขาดมุมมองถึงหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน (Fennell, 2003) โดยหนึ่งในประเด็นสำคัญของการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนอันทางเลือกที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในชุมชนครั้งนี้ คือ การศึกษาถึงศักยภาพแหล่งน้ำพุร้อนเพื่อพัฒนาสู่การท่องเที่ยวที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นการท่องเที่ยวที่มุ่งพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมในชุมชน และสิ่งแวดล้อมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อในทางลบ หรือส่งผลเสียน้อยที่สุด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว และรูปแบบที่แท้จริงของการท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยวนั้น ๆ เกิดจากการสังเคราะห์ทั้งทางมิติชุมชนและสังคม ทรัพยากรท่องเที่ยว เศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ภายภาพ และสิ่งแวดล้อม โดยผลหรือแผนการพัฒนาที่ได้ รวมถึงรูปแบบการท่องเที่ยวที่จะเกิดขึ้นนั้นจะเน้นการให้การศึกษาแก่นักท่องเที่ยวและชุมชน โดยทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะได้รับประโยชน์จากกิจกรรมท่องเที่ยว พร้อมเกิดการเรียนรู้และเกื้อหนุนและกระจายรายได้ทางเศรษฐกิจในชุมชน และไม่เกิดการซื้อขาย หรือทำลายวัฒนธรรมและทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม (ลินซ์ สโรบล, 2546) โดยยึดหลักภายใต้ความสอดคล้องและความต้องการของชุมชน (Duffy, 2006) ซึ่งประเด็นดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่ตอบโจทย์ปัญหาอันมาจากความต้องการของสังคมและชุมชนในพื้นที่ภายใต้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมเชิงบูรณาการ