วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากผลการทดสอบที่ได้สามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยได้ดังนี้

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับแรงดันน้ำส่วนเกินโดยทฤษฎีพลังงาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทำให้แรงดันน้ำในดิน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับท่อทองแดง ซึ่งจากความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถวิเคราะห์เป็นพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นได้จากสมการ (3)

$$\text{Heat Energy} = c.m.\Delta T \qquad (3)$$

พลังงานความร้อนที่ต้องการ เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ คือพลังงานความร้อนที่ทำให้ท่อทองแดงเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ พิจารณาความร้อนที่เกิดขึ้นที่ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 ซม. ยาว 5 เมตร หนา 2 มม. มีความหนาแน่นเท่ากับ 8,900 กก/ลบ.ม.,ท่อทองแดงมีค่า Specific heat capacity = 0.39 J/(g °C) อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเท่ากับ 50 °C ดังนั้น

น้ำหนักท่อทองแดง (mass) $=\pi/4.(2.74^2 - 2.54^2) \times 10^{-4} \times 5 \times 8{,}900$ = 3.69 กก. = 3,690 กรัม

พลังงานความร้อนที่ให้กับท่อทองแดง (Heat energy) = 0.39 x 3,690 x 50 = 71,955 Joule

$= 71{,}955 \times 2.7778 \times 10^{-4}$ = 20 W-hour

ตารางที่ 14 แสดงผลการคำนวณ

ตัวกลาง	พลังงานความร้อน/การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 1 °C (วัตต์-ชั่วโมง)	พลังงานความร้อน/การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 50 °C (วัตต์-ชั่วโมง)
ท่อทองแดง	0.4	20

จากการเก็บข้อมูลในสนามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 50 °C ใช้เวลาประมาณ 8 ชั่วโมง ดังนั้น

พลังงานความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิท่อทองแดงเปลี่ยนแปลง 50 °C = 8 x 20 = 160 วัตต์

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจุดที่วัดอุณหภูมิ คือที่ผิวท่อทองแดง ผลที่ได้ตลอดความยาวท่อทองแดงยาว 5 เมตร เกิดพลังงานความร้อนขึ้น 160 วัตต์ และทำให้เกิดแรงดันน้ำที่ความลึก 3 เมตรที่รัศมี 10 ซม. 20 ซม. และ 30 ซม. เท่ากับ 4.00 ตัน/ตร.ม. 2.80 ตัน/ตร.ม. และ 1.30 ตัน/ตร.ม. ตามลำดับ

พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่ผิวท่อทองแดงมีผลโดยตรงกับแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นที่รัศมีต่างๆ เป็นผลมาจากเมื่อน้ำได้รับความร้อน น้ำเกิดการขยายปริมาตรอย่างรวดเร็ว สมการ (1) และ (2) ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาตรกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Campanella and Mitchell, 1968)

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากความร้อนของน้ำแสดงดังสมการที่ (1)

$$\Delta V_w = \alpha_w . V_{w0} . \Delta T \qquad (1)$$

และการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื่องจากความร้อนของดินแสดงดังสมการที่ (2)

$$\Delta V_s = \alpha_s . V_{s0} . \Delta T \qquad (2)$$

โดยการสมมุติ ให้ปริมาตรเริ่มต้นของน้ำ และ ดินมีค่าเท่ากับ 1 หน่วย สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาตรได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจากสมการที่ (1) และ (2)

T (°C)	α_w^*	α_s^*	ΔT (°C)	ΔV_w (unit-°C)	ΔV_s (unit-°C)	$\Delta V_w/\Delta V_s$
32	0.0003200	0.00001	0	0	0	0
40	0.0003479	0.00001	8	0.0027832	0.00008	34.79
50	0.0003828	0.00001	18	0.0068904	0.00018	38.28
60	0.0004178	0.00001	28	0.0116984	0.00028	41.78
70	0.0004528	0.00001	38	0.0172064	0.00038	45.28
80	0.0004878	0.00001	48	0.0234144	0.00048	48.78
90	0.0005228	0.00001	58	0.0303224	0.00058	52.28

* ที่มา Grino (2004)

การคำนวณอัตราการไหลของความร้อน (Fourier's Law) อธิบายโดยสมการ (4)

$$Q = kA(\Delta T)/\Delta L \qquad (4)$$

ลักษณะการไหลของความร้อนจะกระจายออกไปในแนวรัศมี แสดงดังภาพที่ 109 และ 110 สามารถคำนวณค่าอัตราการไหลของความร้อนที่ความลึก 3 เมตรที่รัศมีต่างๆ ได้โดย ที่รัศมี 10 ซม. มีอุณหภูมิเกิดขึ้นเท่ากับ 54 องศาเซลเซียส สมมุติคำนวณพื้นที่หน้าตัดต่อความลึกมีค่าเท่ากับ 1 ม.

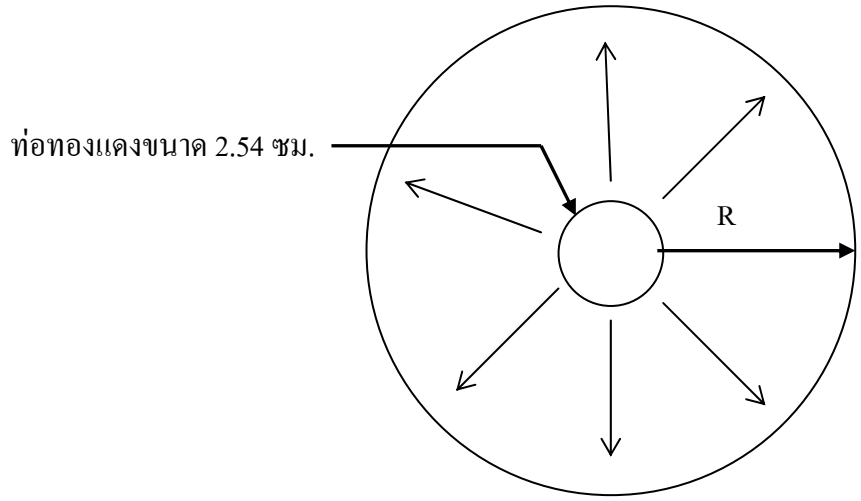
Q = 0.819x0.7854x (54-32)/0.10 = 141.51 วัตต์

ที่รัศมี 20 ซม.มีอุณหภูมิเกิดขึ้นเท่ากับ 45 องศาเซลเซียส

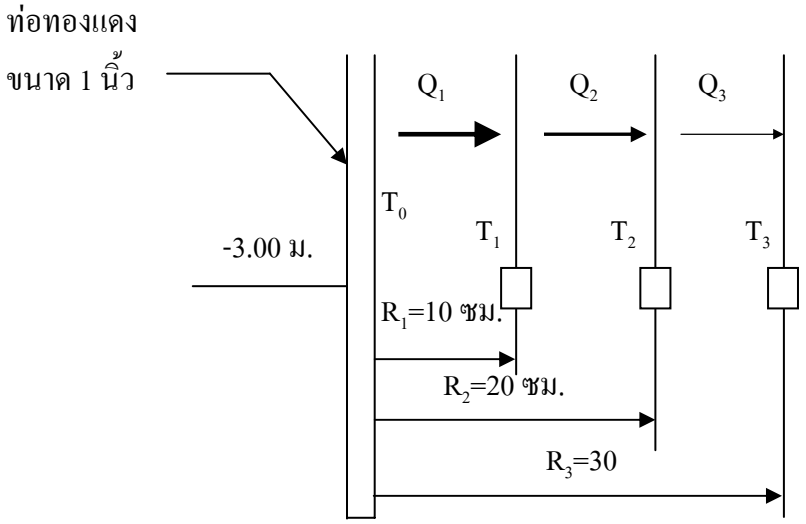
Q = 0.815x1.4137x (45-32)/0.20 = 74.89 วัตต์

ที่รัศมี 30 ซม.มีอุณหภูมิเกิดขึ้นเท่ากับ 42 องศาเซลเซียส

Q = 0.815x2.042x (42-32)/0.30 = 55.48 วัตต์



ภาพที่ 109 ลักษณะของพลังงานความร้อนแผ่กระจายในแนวรัศมี



ภาพที่ 110 รูปตัดขวางการกระจายความร้อนในชั้นดินเหนียวอ่อนตามแนวรัศมี

ตารางที่ 16 สรุปอัตราการไหลของความร้อนในแนวรัศมี

ที่ความลึก 3 เมตร	ระยะในแนวรัศมีจากผิวท่อทองแดง (ซม.)		
	10	20	30
อัตราการไหลของความร้อน, (วัตต์)	141.51	74.89	55.48

ผลจากตารางที่ 15 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของน้ำมีค่าสูงกว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาตรดินถึง 38-52 เท่า และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบที่ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลางการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นทำให้ค่าแรงดันน้ำที่รัศมีต่างๆ ที่ห่างออกไปจากศูนย์กลางมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งๆที่บริเวณที่จุดระยะรัศมีต่างๆยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากอุณหภูมิเริ่มต้น เป็นผลมาจากน้ำได้รับอิทธิพลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นบริเวณผิวท่อทองแดง ทำให้ปริมาตรของน้ำเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีผลไปถึงระยะรัศมี 30 ซม.จากผิวท่อทองแดง และเมื่ออุณหภูมิแผ่กระจายไปถึงที่ระยะรัศมีต่างๆ แรงดันน้ำที่เกิดขึ้นที่รัศมี 10 และ 20 ซม. กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับแรงดันน้ำที่เกิดในช่วงแรก ส่วนที่ระยะรัศมี 30 ซม. แรงดันน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

สาเหตุที่แรงดันน้ำเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงหลังอาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่แผ่มาถึงจุดรัศมีต่างๆหลังจากน้ำมีการขยายตัวในช่วงแรกไปแล้วมีค่าน้อยเกินกว่าที่จะทำให้น้ำขยายตัวเพิ่มจากช่วงแรก เมื่อพิจารณาค่าอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดงเพิ่มขึ้นไปถึง 82 องศาเซลเซียส และที่แผ่มาถึงระยะรัศมี 10 ซม. 20 ซม. และ 30 ซม. มีค่าอยู่ที่ 54 องศาเซลเซียส 45 องศาเซลเซียส และ 42 องศาเซลเซียสตามลำดับ สามารถคำนวณอัตราการไหลของความร้อนที่รัศมีต่างๆ ได้ดังตารางที่ 3 โดยที่อัตราการไหลจะแปลงผันตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง และแปลผกผันกับระยะที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งค่าการนำพาความร้อนเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่รัศมีต่างๆ กับพลังงานความร้อนที่ผิวท่อทองแดงที่คำนวณได้จากสมาการที่ (3) จะเห็นว่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นแตกต่างกันมาก ดังนั้นหลังจากที่อุณหภูมิแผ่กระจายไปถึงรัศมีต่างๆ แล้วการขยายปริมาตรของน้ำจึงเกิดขึ้นน้อยมาก

ผลการลดอุณหภูมิลงพฤติกรรมของการลดแรงดันน้ำ เป็นแนวโน้มเดียวกับการเพิ่มอุณหภูมิ ซึ่งพฤติกรรมของการลดแรงดันน้ำเป็นผลโดยตรงกับอุณหภูมิที่จุดศูนย์กลางความร้อน เมื่ออุณหภูมิที่ศูนย์กลาง(ท่อทองแดง)ลดลง แรงดันน้ำที่รัศมีต่างๆ จะลดลงอย่างรวดเร็ว พิจารณาจากสมการ (1) แสดงให้เห็นว่า สัมประสิทธิ์การขยายตัว และสัมประสิทธิ์การหดตัวของน้ำมีพฤติกรรมคล้ายกัน การที่อุณหภูมิที่ศูนย์กลางลดลงแล้วทำให้แรงดันที่รัศมีต่างๆลดลง ทั้งๆที่อุณหภูมิที่ตำแหน่งรัศมียังคงค้างอยู่ อาจเป็นผลมาจากระดับของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำ เมื่อพิจารณาจากแรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มอุณหภูมิในช่วงแรก หลังจากที่อุณหภูมิจากศูนย์กลางแผ่กระจายมาถึงที่รัศมีต่างๆ แรงดันน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และการลดอุณหภูมิก็เช่นเดียวกัน แรงดันน้ำที่รัศมีต่างๆจะลดลงอย่างรวดเร็วตามการลดลงของอุณหภูมิที่ศูนย์กลางการหมุนเวียนน้ำร้อน และแรงดันน้ำจะลดลงอีกเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิที่ตำแหน่งรัศมีต่างลดลงสู่อุณหภูมิปกติ สามารถสรุปได้ว่า

1. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีอิทธิพลทำให้การขยายปริมาตรของน้ำมากกว่าการขยายตัวของดิน ถึง 38-52 เท่าต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 1 °C

2. ผลจากการขยายตัวของน้ำ ณ ท่อทองแดงสามารถส่งผลต่อการเพิ่มแรงดันน้ำได้ถึงระยะรัศมี 30 ซม.

3. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ระยะรัศมี 10 ซม. 20 ซม. และ 30 ซม.ส่งผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตร และแรงดันน้ำเปรียบเทียบกับการเพิ่มขึ้นของแรงดันน้ำในช่วงแรก

เพื่อให้เห็นภาพของการเพิ่มขึ้นของแรงดันน้ำเนื่องจากอุณหภูมิผู้วิจัยจึงได้เปรียบเทียบความหนาของทรายถม กับค่าแรงดันน้ำส่วนเกินที่เกิดขึ้นที่ความลึก 3 เมตร ระยะรัศมี 10 ซม. 20 ซม. และ 30 ซม. เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิบริเวณผิวท่อทองแดง จากสมการการวิเคราะห์หน่วยแรงที่เกิดขึ้นในชั้นดิน (Boussunesq's equation) ในลักษณะน้ำหนักกระทำแบบแผ่สม่ำเสมอบนพื้นที่เป็นแถบ ดังสมการที่ (6) สามารถวิเคราะห์ความหนาของทรายถมในเชิงเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 17

$$\sigma z = q/\pi\{\alpha+\sin\alpha\cos(\alpha+2\beta)\} \qquad (6)$$

σz = หน่วยแรงในแนวดิ่งที่เกิดขึ้นในชั้นดิน

q = น้ำหนักที่กระทำต่อหน่วยพื้นที่

ตารางที่ 17 ผลการคำนวณเปรียบเทียบความหนาของทรายถม กับแรงดันน้ำส่วนเกินที่เกิดเนื่องจากความร้อนที่เกิดที่ผิวท่อทองแดง

พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นที่ท่อทองแดง (วัตต์)	แรงดันน้ำที่ความลึก 3 เมตรในแนวรัศมีต่างๆ (ตัน/ตร.ม.)		
	10 ซม.	20 ซม.	30 ซม.
160	4.00	2.80	1.30
ความหนาของทรายถม (เมตร)	10	7	3

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ กับการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำที่ผิวแหล่งพลังงานความร้อน (ท่อทองแดง)

เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นที่รัศมี 10 ซม.มาก แต่ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดันน้ำบริเวณผิวท่อทองแดง (ระยะ 0 ซม.) จึงไม่สามารถทราบได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นอย่างไร ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มอุณหภูมิ กับแรงดันน้ำที่ในลักษณะที่เพิ่ม และลดอุณหภูมิ ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์การเพิ่มอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดง กับการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำที่ผิวท่อทองแดง ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1.1. นำค่าแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นที่รัศมีต่างๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดงของในแต่ละช่วงเริ่มต้นที่ทำการเพิ่มอุณหภูมิให้กับชั้นดิน มาเขียนความสัมพันธ์ แสดงในภาพที่ 111

1.2. ประมาณค่าแรงดันน้ำที่ผิวท่อทองแดงจากกราฟในภาพที่ 111

1.3. นำค่าที่ได้จากข้อที่ 1.2 มาเขียนกราฟระหว่างแรงดันน้ำเกิดขึ้นที่ผิวท่อทองแดง กับ อุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่ผิวท่อทองแดง แสดงดังภาพที่ 112

1.4. วิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรง หาความสัมพันธ์ของสมการเส้นแนวโน้มที่ได้จากภาพที่ 112 แสดงผลดังภาพที่ 113

ผลของความสัมพันธ์ของสมการระหว่างแรงดันน้ำส่วนเกินที่เกิดที่ผิวท่อทองแดง กับ อุณหภูมิในช่วงระหว่าง 38 ถึง 70 องศาเซลเซียสที่เกิดที่ผิวท่อทองแดง แสดงดังสมการที่ (7)

$$\Delta U_i = 0.2916(T_i) - 11.46 \qquad (7)$$

ΔU_i = แรงดันน้ำส่วนเกินที่เกิดขึ้น, (ตัน/ตร.ม.)

T_i = อุณหภูมิใดๆ มีค่าอยู่ในช่วง 38 ถึง 70 , (°C)

จากสมการที่ (1) และ (2) ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรทั้งหมด, ΔV_T เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแสดง แสดงดังสมการที่ (8) และปรับรูปสมการได้ดังสมการที่ (9)

$$\Delta V_T = (\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0})\Delta T \qquad (8)$$

$$\Delta T = \Delta V_T /(\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0})$$

$$(T_i - T_0) = \Delta V_T /(\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0})$$

$$T_i = \Delta V_T /(\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0}) + T_0 \qquad (9)$$

แทนค่าจากสมการที่ (9) ลงในสมการที่ (7) ได้ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำส่วนเกินในช่วงอุณหภูมิ 38 ถึง 70 องศาเซลเซียส กับ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรดังสมการที่ (10)

$$\Delta U_i = 0.2916(\Delta V_T /(\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0}) + (T_0) - 11.46$$

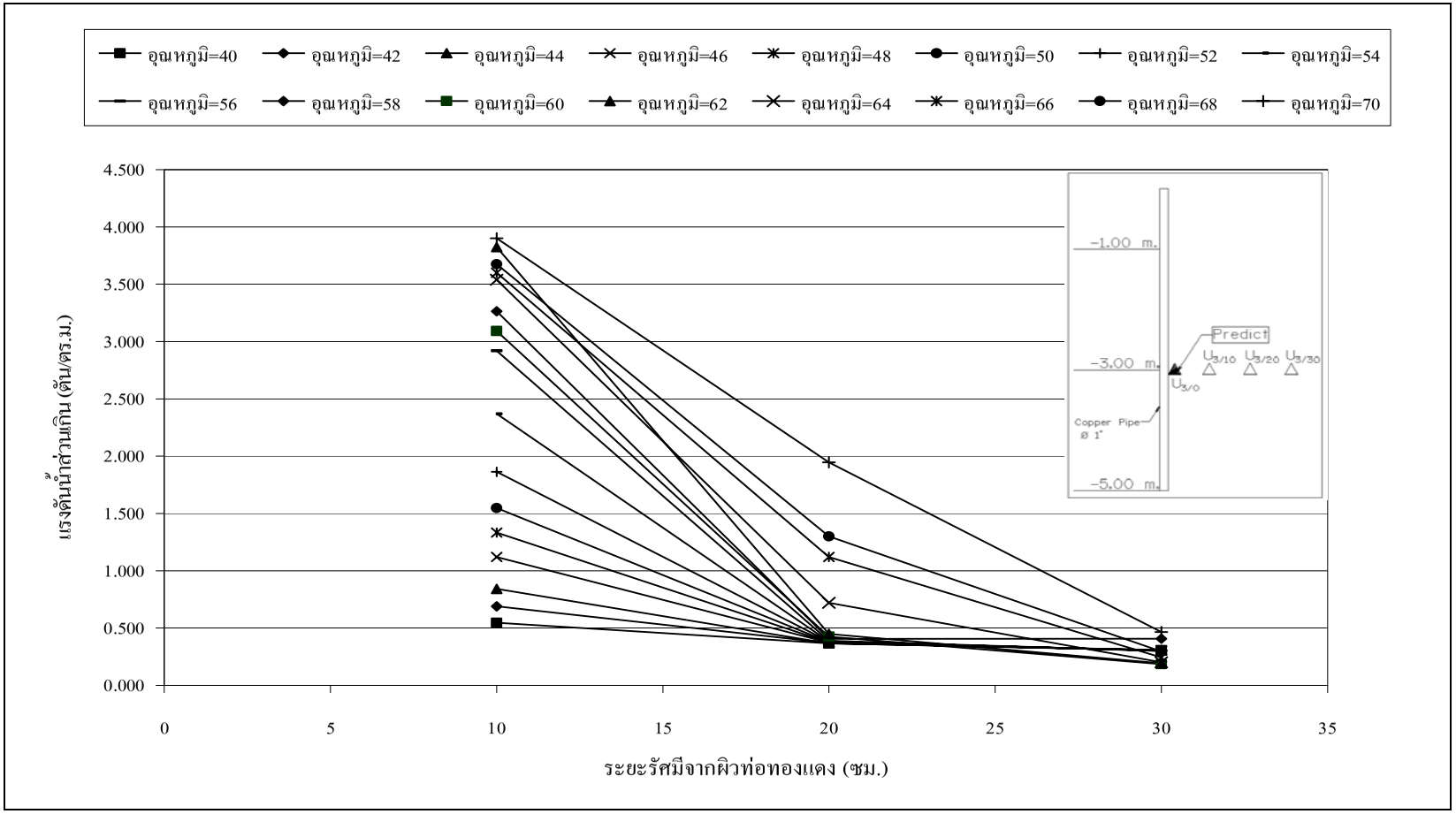
$$\Delta U_i = 0.2916(\Delta V_T /(\alpha_W.V_{W0} + \alpha_S.V_{S0})) + 0.2916(T_0) - 11.46 \quad (10)$$

ΔU_i = แรงดันน้ำส่วนเกินที่เกิดขึ้น, (ตัน/ตร.ม.)

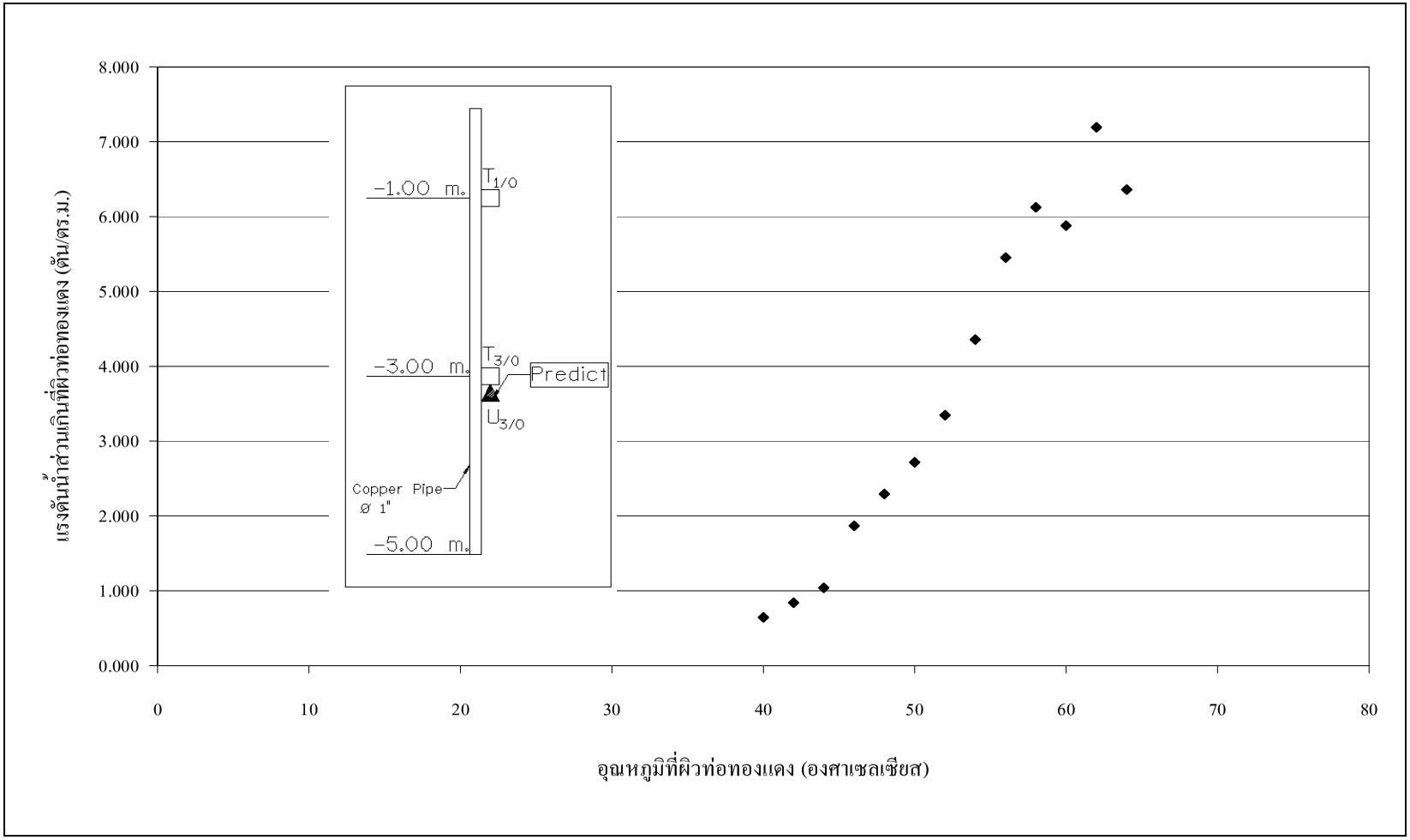
T_0 = อุณหภูมิเริ่มต้น ณ ช่วงเวลาที่พิจารณา, (°C)

2. การวิเคราะห์การลดอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดงกับการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำที่ผิวท่อทองแดงที่ลดลง

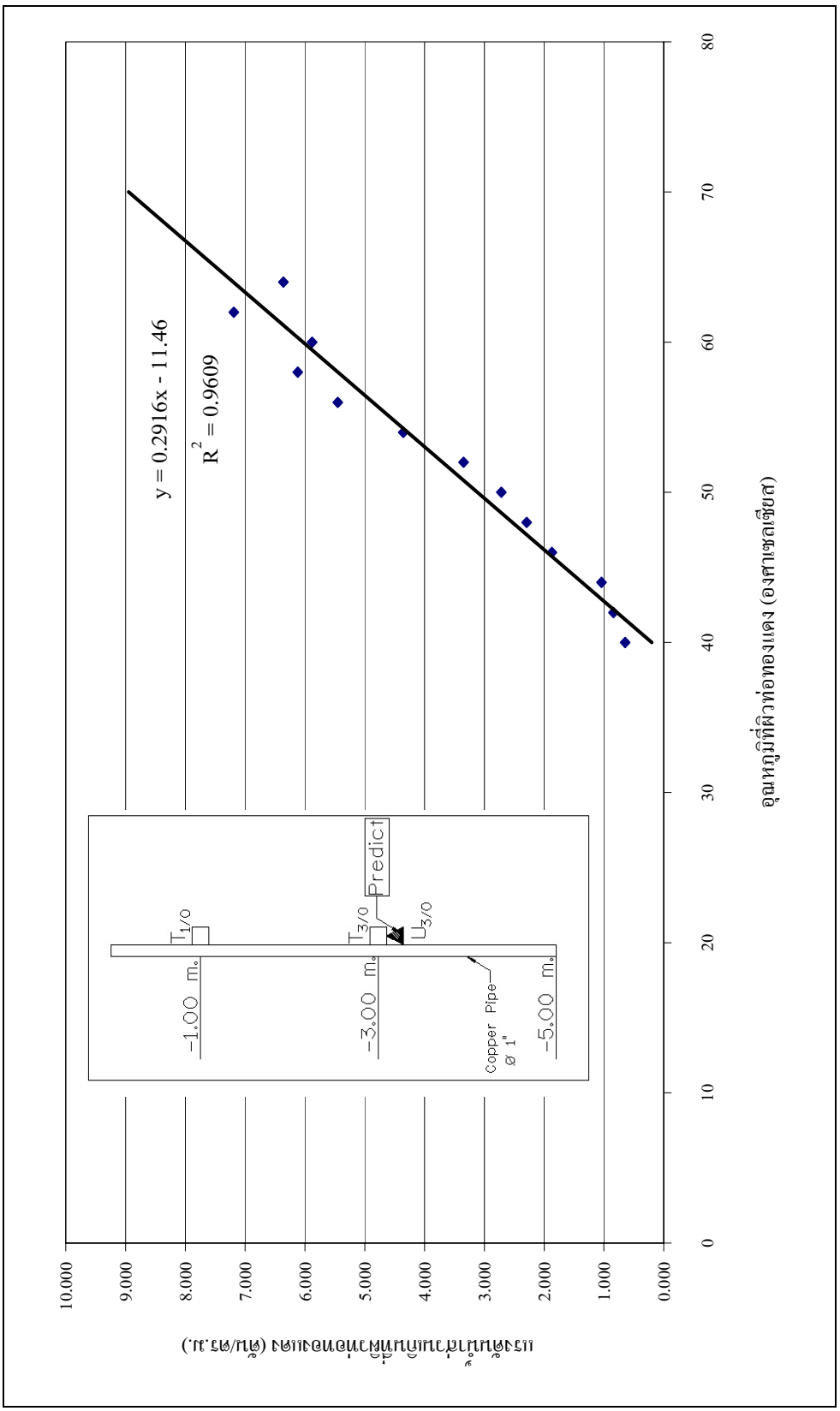
ในส่วนของการวิเคราะห์การลดอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดง กับแรงดันน้ำที่ผิวท่อทองแดงนั้นผลปรากฏว่า แรงดันน้ำที่รัศมีต่างๆมีแนวโน้มที่ค่อนข้างกระจัดกระจาย จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการลดอุณหภูมิ กับแรงดันน้ำที่บริเวณผิวท่อทองแดงได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะความร้อนสะสมเป็นปัจจัยต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำ และการวิจัยครั้งนี้ไม่มีทางระบายน้ำออกระหว่างการทดสอบ จึงทำให้ความร้อนที่สะสมอยู่ในชั้นดินไม่สามารถระบายออกได้ทัน การลดแรงดันน้ำที่รัศมีต่างๆ จึงมีแนวโน้มที่ไม่คงที่



ภาพที่ 111 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดงที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำส่วนเกินที่ความลึก 3 เมตร กับระยะรัศมีต่างๆ



ภาพที่ 112 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ผิวท่อทองแดง กับแรงดันน้ำส่วนเกินที่ผิวท่อทองแดงที่ประมาณได้จากภาพที่ 111



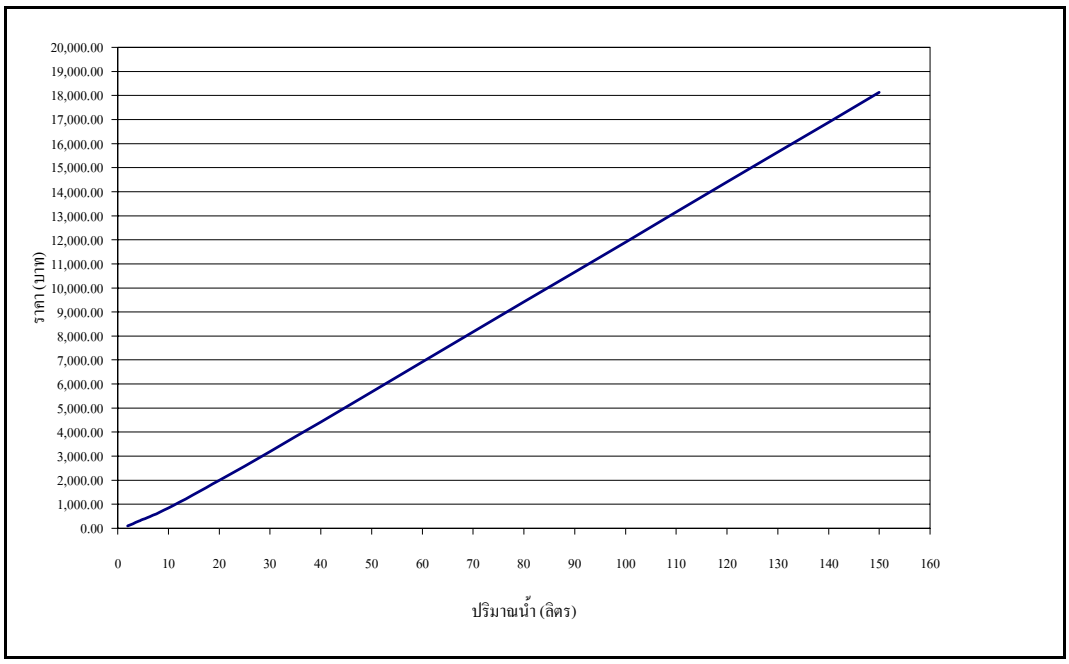
ภาพที่ 113 สมการที่ได้จากการ วิเคราะห์โดยใช้สมการถอยเชิงเส้นตรง ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันน้ำที่ผิวท่อทองแดง

<u>การวิเคราะห์ความคุ้มทุนและผลที่ได้รับในการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนกรุงฯโดยความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์</u>

งานวิจัยการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯโดยความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ในครั้งได้ใช้เครื่องทำความร้อน (Heater) ช่วยในการเพิ่มอุณหภูมิภายในถังผลิตน้ำร้อนให้คงที่ประมาณ 90 องศาเซลเซียส และเครื่องผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนได้มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 70 องศาเซลเซียส ดังนั้นเครื่องทำความร้อนต้องทำงานโดยการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำภายในถังผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 20 องศาเซลเซียส ภายในถังสามารถบรรจุน้ำได้ 150 ลิตร ดังนั้นพลังงานที่ใช้สำหรับการรักษาค่าอุณหภูมิภายในถังมีค่าประมาณ 3,487 วัตต์-ชั่วโมง โดยที่คิดเฉพาะช่วงเวลาที่ทำการให้ความร้อนกับชั้นดินเป็นเวลา 35 วัน และใน 1 วัน ปั๊มทำงาน 18 ชั่วโมง พลังงานที่ใช้ทั้งหมดเท่ากับ 2,196,617.57 วัตต์ คิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 6,347 บาทต่อการปรับปรุงคุณภาพดินปริมาตร 0.35 ลบ.ม.

เนื่องจากการให้ความร้อนกับชั้นดินของงานวิจัยในครั้งนี้ ใช้น้ำร้อนในการหมุนเวียนภายในท่อทองแดงขนาด 1 นิ้ว ประมาณ 2 ลิตรเท่านั้น โดยที่มีแหล่งให้ความร้อนถึง 150 ลิตร จึงทำการคิดค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำร้อนที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า ในส่วนที่ต้องเพิ่มจากความสามารถผลิตน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์อีกประมาณ 20 องศาเซลเซียส ตามสัดส่วนที่ใช้งานจริง แสดงผลดังภาพที่ 114 เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 110 แล้วจะเห็นได้ว่า ถ้าแหล่งให้ความร้อนมีปริมาณน้ำลดลงให้ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่ใช้จริง ในการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวด้วยความร้อนแล้ว ในที่นี้ คือ ปริมาณน้ำ 2 ลิตร ค่าใช้จ่ายในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำ 20 องศาเซลเซียส มีประมาณ 100 บาทต่อ ลบ.ม.

ดังนั้นในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยความร้อน การใช้ปริมาณน้ำร้อนให้ใกล้เคียงกับปริมาณแหล่งน้ำร้อนที่มีอยู่ จะทำให้ต้นทุนในการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยความร้อนมีค่าลดลง โดยต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำจากแหล่งความร้อนให้สัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำที่ต้องใช้ในการให้ความร้อนกับชั้นดินประกอบกันด้วย



ภาพที่ 114 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำที่ใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส กับราคาค่าใช้จ่าย