

ปัจจัยที่ผลต่ออายุการใช้งานท่อพีวีซีในประเทศไทย

Factors Affecting the Service Life of PVC Pipes in Thailand

ภาณุวัฒน์ แตระกุล

มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถนนเพชรเกษม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ

*ติดต่อ: panuwatt@sau.ac.th, 0905655914

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการออกแบบและการใช้งานระบบท่อ โดยเฉพาะท่อพีวีซี (PVC) ที่ใช้แพร่หลายในงานประปา ระบบระบายน้ำ และโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ทนการกัดกร่อน และสามารถมีอายุการใช้งานมากกว่า 100 ปี บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของอุณหภูมิจากแสงแดดต่อคุณสมบัติของท่อ PVC ในบริบทประเทศไทย และเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความร้อน

การศึกษาครอบคลุมคุณสมบัติและมาตรฐานของท่อ PVC-U, PVC-M และ PVC-O การออกแบบด้านแรงดันคงที่ แรงดันเปลี่ยนแปลง และความล้าจากแรงดันซ้ำ รวมทั้งใช้สมการถ่ายเทความร้อนประเมินอุณหภูมิของท่อ PVC ที่อุณหภูมิอากาศ 40°C ในสองกรณี คือ 1) ท่อเปล่าไม่มีน้ำ และ 2) ท่อมีน้ำขัง ผลการคำนวณพบว่าท่อ PVC สามารถร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิสมดุลที่ 59°C ภายใน 8-11 นาทีในกรณีไม่มีน้ำ และภายใน 27-37 นาทีเมื่อมีน้ำขัง ซึ่งเข้าใกล้ขีดจำกัดอุณหภูมิการใช้งานที่แนะนำ (60°C สำหรับ PVC-U/M และ 45°C สำหรับ PVC-O)

ผลการศึกษาชี้ว่าการใช้ท่อ PVC ในประเทศไทยอาจเผชิญการใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่าค่าสูงสุดตามมาตรฐาน โดยเฉพาะในช่วงการจัดเก็บ ขนส่ง และติดตั้ง จึงเสนอให้การออกแบบระบบท่อ PVC ต้องพิจารณาอุณหภูมิร่วมกับแรงดัน และใช้มาตรการลดความร้อนจากแสงแดดโดยการวางในที่ร่มหรือฝังดิน โดยเฉพาะท่อ PVC-O ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลถาวรเมื่อสัมผัสอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์ ส่งผลให้ความแข็งแรงและอายุการใช้งานลดลงถาวร แม้ท่อจะเย็นลงแล้วก็ตาม

คำหลัก: ท่อพีวีซี, ความดัน, ความร้อน, อุณหภูมิ

Abstract

Climate change has increased the global temperature and consequently affects the design and operation of pipeline systems, particularly polyvinyl chloride (PVC) pipes. PVC pipes are widely used in water supply, drainage, and infrastructure systems due to their light weight, corrosion resistance, and potential service life of more than 100 years. This article aims to evaluate the impact of temperature from solar radiation on the properties of PVC pipes in the context of Thailand and to propose appropriate design guidelines under elevated temperature conditions.

The study covers the properties and standards of PVC-U, PVC-M, and PVC-O pipes; design under steady internal pressure, transient pressure, and fatigue due to cyclic loading; as well as the

use of heat transfer equations to estimate PVC pipe temperature at an ambient air temperature of 40°C under two scenarios: 1) an empty pipe without water, and 2) a pipe filled with stagnant water. The results show that PVC pipes can heat up to an equilibrium temperature of 59°C within 8–11 minutes in the empty-pipe case, and within 27–37 minutes when filled with water, which approaches the recommended maximum operating temperatures (60°C for PVC-U/M and 45°C for PVC-O).

The findings indicate that the use of PVC pipes in Thailand may experience actual operating temperatures exceeding standard maximum limits, especially during storage, transportation, and installation. It is therefore proposed that the design of PVC pipe systems must consider temperature in conjunction with pressure, and incorporate measures to reduce solar heat exposure, such as placing pipes in shaded areas or burying them. This is particularly critical for PVC-O pipes, which may undergo irreversible changes in molecular structure when exposed to temperatures above the specified limit, leading to a permanent reduction in strength and service life, even after cooling.

Keywords: PVC pipe, pressure, heat, temperature

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นประเด็นสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization, WMO) รายงานว่า ปี ค.ศ. 2024 เป็นปีที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยร้อนที่สุดเป็นประวัติการณ์โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 15.10 °C สูงกว่าค่าเฉลี่ยช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรม ถึง 1.55 °C ซึ่งหมายความว่าความพยายามของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่จะหยุดยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่เป็นไปตามเป้าหมาย และแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าที่คาดการณ์ไว้ [1, 2, 3] ความร้อนจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไปจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบในงานวิศวกรรม

ในบริบทของงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและระบบท่อ ปัจจัยด้านคุณสมบัติเชิงกลและอายุการใช้งานของวัสดุท่อมีความสำคัญมาก ท่อพีวีซี (PVC) ได้รับการใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลกและในประเทศไทย เนื่องจากมี

น้ำหนักเบา ทนต่อการกัดกร่อน ผิวภายในเรียบทำให้สูญเสียความดันต่ำ ติดตั้งง่าย ต้นทุนต่ำ และเมื่อออกแบบและติดตั้งอย่างถูกต้อง สามารถมีอายุการใช้งานได้ยาวนานกว่า 100 ปี [4]

ในเชิงวิศวกรรม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติเชิงกลของท่อ PVC เช่น ความสามารถในการรับแรงดัน ความเหนียว และพฤติกรรมความล้าจากแรงดันซ้ำ การเลือกชนิดท่อ PVC (เช่น PVC-U, PVC-M, PVC-O) ที่เหมาะสม ร่วมกับการออกแบบให้สอดคล้องกับสภาวะแรงดัน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และรูปแบบการใช้งาน จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อความมั่นคงและอายุการใช้งานของระบบท่อ

ดังนั้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบระบบท่อ PVC ที่คำนึงถึงทั้งอิทธิพลของอุณหภูมิและคุณสมบัติเชิงกลของท่อครอบคลุมการพิจารณาอายุการใช้งานระยะยาวภายใต้สภาวะแรงดันและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง โดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงวัสดุ มาตรฐานการออกแบบ และเงื่อนไขสภาพแวดล้อมในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทาง

สำหรับการออกแบบและการวางแผนการใช้งานท่อ PVC ในอนาคตอย่างปลอดภัยและยั่งยืน

2. คุณสมบัติของท่อ PVC

ท่อพีวีซี เป็นหนึ่งในวัสดุท่อพลาสติกที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายที่สุดในโลกสำหรับงานระบบท่อ ทั้งในภาคอาคาร ระบบประปา ระบบระบายน้ำ งานโครงสร้างพื้นฐาน และงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นหลายด้าน ได้แก่ น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม ทนทานต่อการกัดกร่อนทางเคมี ผิวภายในเรียบทำให้มีค่าการสูญเสียความดันต่ำ ติดตั้งง่าย และมีอายุการใช้งานยาวนานเมื่อออกแบบและติดตั้งอย่างถูกต้อง [5]

ในด้านการผลิต ท่อ PVC ผลิตขึ้นจากเม็ดพลาสติก PVC ผสมสารเติมแต่งต่าง ๆ เช่น สารช่วยคงรูป สารป้องกันรังสี UV สารช่วยหล่อลื่น สี ฯลฯ จากนั้นจึงผ่านกระบวนการอัดรีด (extrusion) ให้ได้เป็นท่อตามขนาดและความหนาที่ต้องการ แล้วทำความสะอาด ควบคุมขนาด และตัดความยาวตามมาตรฐานหรือความต้องการใช้งาน [5, 6]

มาตรฐานการผลิตและการออกแบบท่อ PVC ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ ได้แก่ American Society for Testing and Materials (ASTM) International Organization for Standardization (ISO) European Norm (EN) ซึ่งกำหนดคุณสมบัติวัสดุ ขนาดท่อ ชั้นความดัน และวิธีการทดสอบ [4, 7] รวมถึงแนวทางการออกแบบด้านแรงดันคงที่ แรงดันเปลี่ยนแปลง (dynamic stresses) และความล้าจากแรงดันซ้ำ (fatigue) [5, 6] ทำให้ท่อ PVC ได้รับความนิยมแทนท่อเหล็กและท่อซีเมนต์ใยหินในหลายประเทศ ทั้งในงานประปาสาธารณะ ท่อจ่ายน้ำ ท่อระบายน้ำเสีย และระบบท่อในอาคาร

ปัจจุบันชนิดของท่อ PVC ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นที่นิยมใช้ได้แก่ 1) ท่อ PVC-U (Unplasticized PVC) – ท่อ PVC แข็งชนิดมาตรฐาน ใช้แพร่หลายในงานประปาและระบายน้ำ [5, 6] 2) ท่อ PVC-M (Modified PVC) – ปรับปรุงความเหนียวและความทนทานต่อความล้า ให้เหมาะกับงานแรงดันและแรงดันเปลี่ยนแปลงบ่อย [5, 6]

และ 3) ท่อ PVC-O หรือ PVCO (Oriented PVC) – ผ่านกระบวนการเรียงตัวเชิงโมเลกุล เพิ่มความแข็งแรงและความทนแรงดันในขณะที่ยังคงน้ำหนักเบา และทนต่อน้ำกระแทกได้ดี [5, 6]

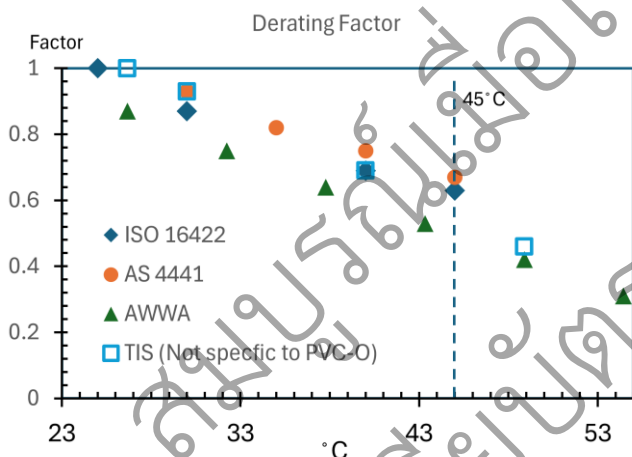
Folkman [4] ได้รายงานผลซึ่งแสดงอายุการใช้งานของท่อ PVC การทดสอบท่อ PVC ที่ใช้งานมาแล้ว 20–49 ปี (ทั้งมาตรฐานเก่าและใหม่ ASTM D2241, AWWA C905) ด้วยการทดสอบคุณภาพควบคุม เช่น การทดสอบการชำระตัวของเนื้อผิว PVC โดยการแช่ใน Acetone การทดสอบด้วยแรงดัน (Burst pressure) ผลการทดสอบพบว่า ตัวอย่างท่อสามารถผ่านการทดสอบทั้งหมดโดยไม่มีสัญญาณเสื่อมสภาพด้านความทนแรงดันหรือความเหนียว เทียบเคียงได้กับท่อใหม่ที่เป็นไปตามมาตรฐาน และสามารถคาดการณ์อายุใช้งานเกิน 100 ปี ภายใต้แรงดันใช้งานปกติ

Burn et al. [8] รายงานในโครงการของ Water Research Foundation สรุปว่า “100 ปีเป็นค่าประมาณที่มีความเป็นไปได้สูงสำหรับอายุการใช้งานของท่อ PVC ที่ออกแบบและติดตั้งอย่างถูกต้อง”

3. การออกแบบและการใช้งานท่อ PVC

การออกแบบเพื่อการใช้งาน 100 ปี จำเป็นต้องมีกรอบการพิจารณา 3 ข้อสำคัญ [6] คือ 1) การออกแบบการใช้ท่อแบบ Static ซึ่งสามารถกำหนดใช้คลาสท่อตามแรงดันใช้งานสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปวิศวกรสามารถใช้สมการของ Manning หรือ Hazen-Williams ในการกำหนดขนาดท่อและความดันสูงสุดตามการออกแบบ [9] 2) Surge: PVC สามารถทนแรงดันสูงระยะสั้นได้มากกว่าค่าออกแบบ แต่ในการออกแบบระบบโดยรวม แนะนำไม่ให้ค่าแรงดันสูงสุดเกินค่ากำหนดของเพื่อคงความปลอดภัยขององค์ประกอบอื่นในระบบ เช่น ข้อต่อ ประตูน้ำ และจุดเชื่อมต่อ 3) Fatigue: เกิดจากจำนวนรอบแรงดันที่ขึ้น-ลงซ้ำ ๆ โดยเฉพาะเมื่อจำนวนรอบตลอดอายุใช้งานเกิน 25,000 รอบต่ออายุการใช้งาน [6] ซึ่งการออกแบบต้องมีการพิจารณาลักษณะการใช้งาน

ความสามารถในการรับแรงดันและแรงภายนอกลดลง PVC-O ปรับปรุงโครงสร้างโมเลกุลของ PVC ด้านการรับแรงดึงที่อุณหภูมิ Glass Temperature (ประมาณ 80 °C) ทำให้โมเลกุลเรียงตัวในแนวแรงดึง และทำให้โครงสร้างมัน คง ด้วยการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า Glass Temperature ทำให้ PVC-O เกิดความแข็งแรงในแนวโครงสร้างใหม่ [15] อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิของเนื้อ PVC สูงขึ้นมีผลต่อการปรับโครงสร้างวิธีเชิงกลของท่อ PVC-O อาจทำให้โครงสร้างคืนสภาพกลับเป็น PVC-U ในขณะที่ใช้งาน ดังนั้น AWWA และ ISO จึงกำหนดอุณหภูมิสูงสุดต่างกันเพื่อความปลอดภัย การปรับแก้คุณสมบัติของท่อ PVC อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ แสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าปรับแก้ความดันในการออกแบบท่อ PVC [10] , [13-15]

4. การประเมินถึงผลกระทบของอุณหภูมิต่อการใช้งานท่อ PVC ในประเทศไทย

ท่อ PVC เริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยโดยท่อ PVC-U เป็นวัสดุหลักในงานระบบท่อภายในอาคาร ระบบประปาภายในบ้านเรือน ระบบท่อร้อยสายไฟ และระบบระบายน้ำ เนื่องจากเป็นวัสดุที่จัดหาง่าย ราคา ย่อมเยา สะดวกในการติดตั้ง และมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [10, 11] อย่างไรก็ตามในสภาวะที่สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงจากภาวะโลกร้อน [1- 3] และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์

สูตร การพิจารณาเรื่องผลกระทบของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของท่อ PVC จึงเป็นเรื่องที่ให้ความสำคัญ

ในกรณีที่พิจารณาถึงความร้อนที่เกิดขึ้นในที่นี้จะพิจารณาจากความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถสามารถอธิบายได้จากสมการที่ 1 และพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ 1) ท่อ PVC ที่ตากแดดไม่มีน้ำหรือของเหลวบรรจุภายในท่อ ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของกรณีการจัดเก็บท่อ การขนส่งท่อ และ 2) ในกรณีที่มีน้ำอยู่ในท่อแต่ไม่มีการไหล เพื่อใช้เป็นกรณีวิกฤติของการดำเนินการติดตั้งท่อที่อยู่บนดิน

$$Q = I \times \alpha \times A \quad (1)$$

โดย

Q = พลังงานที่ได้จากแสงแดด (วัตต์)

I = ความเข้มแสงแดด (วัตต์ต่อ ตรม.)

α = ค่าการดูดกลืนความร้อน

A = พื้นที่รับแสง (ตารางเมตร)

ในเดือนเมษายน อุณหภูมิสูงสุดของทุกภาคของประเทศไทยมีอุณหภูมิระหว่าง 41.3 °C (สุราษฎร์ธานี) ถึง 44.1 °C (เพชรบูรณ์) [15] การพิจารณาความร้อนในท่อ กำหนดให้อุณหภูมิในบรรยากาศเท่ากับ 40 °C

กรณีที่ 1 ท่อ PVC ที่ตากแดดไม่มีน้ำหรือของเหลวบรรจุภายในท่อ กำหนดให้ความเข้มแสงแดดเท่ากับ 900 วัตต์ต่อ ตรม. ค่าดูดกลืนความร้อน (ท่อสีฟ้า) เท่ากับ 0.6 และพื้นที่รับแสง สำหรับท่อขนาด 1 นิ้วมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 0.034 เมตร ท่อความยาว 1 เมตรจะมีพื้นที่รับแดดเท่ากับ 0.034 ตารางเมตร พลังงานจากแสงแดดคำนวณได้เท่ากับ 18.36 วัตต์ สมการที่ 2 แสดงสมดุลพลังงานที่ท่อได้รับจากแสงแดด

$$Q_s = Q_c + Q_r + Q_{st} \quad (2)$$

โดย

Q_s = พลังงานจากแสงแดด

Q_c = พลังงานจากการพาความร้อนจากท่อสู่อากาศ

Q_r = พลังงานจากการแผ่รังสี

Q_{st} = พลังงานที่สะสมในเนื้อพลาสติก

ในกรณีนี้ที่ 1 พลังงานจากแสงแดดเท่ากับ 18.36 วัตต์ ที่จุดสมดุล พลังงานจากการแผ่รังสีเท่ากับ ศูนย์ และพลังงานที่สะสมในเนื้อพลาสติก อิ่มตัวและไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นพลังงานจากการพาความร้อน เท่ากับ 18.36 วัตต์และสามารถนำมาคำนวณในสมการที่ 3 เพื่อหาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงสำหรับความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อน

$$Q_C = h \times A \times (T_{\text{pipe}} - T_{\text{air}}) \quad (3)$$

โดย

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (ลมสงบ 5-10 $W/m^2.K$)

T_{pip} = อุณหภูมิของเนื้อท่อ

T_{air} = อุณหภูมิของอากาศ

ถ้ากำหนดให้อุณหภูมิอากาศเท่ากับ 40 °C เพื่อเป็นตัว แทนของอากาศในเดือนเมษายนในประเทศไทย พลังงาน ในการพาความร้อนสามารถคำนวณได้เท่ากับ 18.36 วัตต์ เท่ากับพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ ที่จุดสมดุลพลังงาน กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเท่ากับ 9 (ลม สงบ) สามารถคำนวณอุณหภูมิที่เนื้อท่อได้เท่ากับ 59 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิในระดับสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับท่อ PVC (60 °C) ยกเว้นท่อ PVC-O (45 °C)

คำนวณระยะเวลาที่ท่อจะเข้าสู่จุดสมดุลหรือมี อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 40 °C เป็น 59 °C สมการที่ 4 ใช้ คำนวณความร้อนที่สะสมในเนื้อท่อจนทำให้อุณหภูมิของ ท่อเปลี่ยนแปลงจนถึงจุดสมดุล

$$Q \times t = m \times C \times \Delta T \quad (4)$$

โดย

t = ระยะเวลาที่ท่อรับแดดจนอุณหภูมิ

เปลี่ยนแปลงจนถึงจุดสมดุล (วินาที)

m = มวล (กิโลกรัม)

C = ค่าความจุความร้อนจำเพาะ

มวลของท่อ PVC ขนาด 1 นิ้วยาว 1 เมตร เท่ากับ 0.625 กิโลกรัม ค่าความจุความร้อนของเนื้อท่อ PVC เท่ากับ 1,050 J/กิโลกรัม.K อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

เท่ากับ 19 °C ดังนั้นระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการทำให้ท่อ อุณหภูมิเพิ่มจาก 40 °C เป็น 59 °C (กำหนดให้ไม่มี พลังงานจากการพาความร้อนในช่วงนี้) เท่ากับ 11.4 นาที และในกรณีของ PVC-O ที่มีข้อกำหนดของอุณหภูมิ ที่ 45 °C ระยะเวลาที่ทำให้ท่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 40 °C เป็น 45 °C เท่ากับ 3 นาที

กรณีที่ 2 ในกรณีที่มีน้ำอยู่ในท่อแต่ไม่มีการไหล ใน การคำนวณนี้กำหนดให้พลังงานที่ท่อขนาด 1 นิ้วยาว 1 เมตรได้รับจากแสงแดดเท่ากับ 18.36 วัตต์ น้ำที่อยู่ใน ท่อจะได้รับการถ่ายเทความร้อนจนอุณหภูมิมีค่า เท่ากับ 59 °C เช่นกัน ปริมาณน้ำในท่อมียกเท่ากับ 0.51 กิโลกรัม และค่าความจุความร้อนจำเพาะเท่ากับ 4,186 J/กิโลกรัม.K ดังนั้นระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการ ทำให้ท่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 40 °C เป็น 59 °C เท่ากับ 36.8 นาที และในกรณีของ PVC-O ที่มีข้อกำหนดของ อุณหภูมิที่ 45 °C ระยะเวลาที่ทำให้ท่ออุณหภูมิ เพิ่มขึ้นจาก 40 °C เป็น 45 °C เท่ากับ 9.6 นาที ตารางที่ 2 สรุประยะเวลาที่ท่อ PVC ขนาด 1 นิ้ว 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากการสัมผัส แดดในลักษณะท่อเปล่าและท่อที่บรรจุน้ำ

5. สรุป

จากการประเมินผลกระทบความร้อนจากแสงแดด ต่อท่อ PVC ขนาด 1 2 และ 3 นิ้ว ยาว 1 เมตร จะเห็นว่า คุณสมบัติของท่อ PVC เพื่อสัมผัสแดดในอากาศ

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่ท่อ PVC ตกแดดและมีอุณหภูมิ สูงขึ้น

	เวลาที่เข้าสู่อุณหภูมิสมดุล (นาที)			
	59.1 องศาเซลเซียส		45 องศาเซลเซียส	
ท่อขนาด (นิ้ว)	ท่อแห้ง	ท่อบรรจุน้ำ	ท่อแห้ง	ท่อบรรจุน้ำ
1	11.4	36.8	3.0	9.6
2	12.2	83.0	3.2	21.7
3	12.6	126.6	3.3	33.1

ที่ร้อนจัดในเดือนเมษายน (40°C) จะทำให้ท่อ PVC ร้อนขึ้นจนถึง ~59.1 °C ภายในเวลาประมาณ 11-13 นาที (ขึ้นกับขนาดของท่อ) ซึ่งเข้าใกล้หรือมากกว่าขีดจำกัดอุณหภูมิการใช้งานที่แนะนำสำหรับท่อ PVC ในการใช้งานภายใต้แรงดัน และในกรณีที่มีน้ำขังอยู่ในท่อโดยไม่ไหล น้ำภายในท่อก็จะร้อนขึ้นจนใกล้ค่าเดียวกันในเวลาระดับ 36.8 นาทีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่าท่อ PVC ในสภาพภูมิอากาศร้อนจัดในประเทศไทยอาจเผชิญอุณหภูมิใช้งานจริงสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างการติดตั้งซึ่งท่อยังไม่บรรจุน้ำ ดังนั้น ในการออกแบบและใช้งานอย่างเหมาะสม ควรพิจารณาพื้นที่ในการจัดเก็บท่อ PVC เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสแดดโดยตรง หรืออุณหภูมิความร้อนจากแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่อ PVC-O หากปล่อยให้สัมผัสแดดโดยตรงในการจัดเก็บอาจทำให้คุณสมบัติของท่อเปลี่ยนและทำให้การติดตั้งท่อได้ผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามการออกแบบโดยวิศวกร เกิดความเสียหายระหว่างการใช้งาน

6. ข้อเสนอแนะ

1) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งานท่อ PVC อยู่ที่ 23 – 60 °C ยกเว้นท่อ PVC-O ที่จำกัดอยู่ที่ 23 – 45 °C เนื่องจากไม่มีข้อมูล temperature derating factor การใช้งานท่อ PVC-O ในช่วงอุณหภูมิที่สูงกว่า 45 °C อาจมีผลกับโครงสร้างของวัสดุท่อ ทำให้ความสามารถทางกลลดลง รวมถึงอายุการใช้งานที่ลดลง

2) ให้ความสำคัญกับช่วงเวลาจัดเก็บและติดตั้งท่อ PVC ซึ่งจะต้องสัมผัสกับแดด เพราะอาจเป็นเหตุให้อุณหภูมิของท่ออยู่ที่ภาวะวิกฤติ การออกแบบระบบท่อ PVC ในประเทศไทยจึงควรพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิจากแสงแดด ร่วมกับแรงดัน เพื่อให้การใช้งานปลอดภัยและยั่งยืนตลอดอายุการใช้งานที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่อ PVC-O ซึ่งถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่สูง (มากกว่า 45 °C) เกิดจากการสัมผัสความร้อน (ไม่มีน้ำ) ที่ไม่ใช่อุณหภูมิสูงระหว่างการใช้งาน ความร้อนนี้มีผลต่อการจัดเรียงตัวโมเลกุลของวัสดุ ซึ่งทำให้ความแข็งแรงของท่อ PVC-O ลดลงอย่างถาวร เกิดความล้า ความทนทานต่อแรงดัน

สลับลดลง ค่า temperature derating factor ลดลงกว่าค่าที่กำหนดไว้ เมื่อนำมาใช้งานอาจทำให้เกิดความเสียหาย เนื่องจากคุณสมบัติของท่อ PVC-O เกิดความเสียหาย และมีค่าต่ำกว่าค่าที่ใช้ในการออกแบบ ในขณะเดียวกัน PVC-U จะไม่เกิดผลกระทบในระยะยาว เนื่องจากไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของการจัดเรียงโมเลกุล

3) หลีกเลี่ยงการวางท่อแรงดัน PVC กลางแจ้ง หรือตากแดดโดยพิจารณามาตรการลดอุณหภูมิ เช่น การวางท่อให้อยู่ในร่มหรือฝังดิน อย่างไรก็ตามการฝังดินจะต้องตรวจสอบอุณหภูมิในการฝังดินว่ามีค่าเกินกว่า 60 °C หรือไม่ ซึ่งจากการทดสอบที่ภาคใต้ของไทยอุณหภูมิผิวดินสามารถขึ้นไปได้ถึง 65 °C [17] และในดินที่มีกิจกรรมการย่อยสลายของสารอินทรีย์ (การหมักปุ๋ย) สามารถทำให้อุณหภูมิในดินสูงถึง 80 °C [18]

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณมูลนิธิน้ำเพื่อสังคมเป็นอย่างยิ่ง อาจารย์ปรเมธ ประเสริฐยิ่ง ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ รวมทั้งเอกสารอ้างอิงและข้อเสนอแนะเชิงวิชาการตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงการ ข้อมูลดังกล่าวมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้การค้นคว้าและการจัดทำบทความวิชาการฉบับนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening*

the global response to the threat of climate change. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

- [3] World Meteorological Organization. (2025). *WMO confirms 2024 was hottest year on record, global mean temperature ~1.55°C above pre-industrial levels.* <https://public.wmo.int/>
- [4] Folkman, S. (2014). Validation of the long life of PVC pipes. In *Proceedings of the 17th Plastic Pipes Conference (PPXVII)*. Chicago, IL, United States.
- [5] Uni-Bell PVC Pipe Association. (n.d.). *Handbook of PVC pipe design and construction*. Industrial Press.
- [6] Plastics Industry Pipe Association of Australia. (2018). *PIPA POP101 – PVC pressure pipes: Design for dynamic stresses* (Issue 1.4).
- [7] Joseph, S. H. (1984). Fatigue failure and service lifetime in uPVC pressure pipes. *Plastics and Rubber Processing and Applications*, 4(4), 325–330.
- [8] Burn, S., et al. (2006). *Long-term performance prediction for PVC pipes* (AWWARF Report 91092F). American Water Works Association Research Foundation.
- [9] วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์. (2562). *การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร*. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [10] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม* (มอก. 17-2532). กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [11] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพีวีซี*

แข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม (มอก. 17-2561). กระทรวงอุตสาหกรรม.

- [12] Plastics Pipe Institute. (2021). *Suggested temperature limits for the operation and installation of plastic piping in non-pressure applications* (Technical Note TN-11). Plastics Pipe Institute, Inc.
- [13] American Water Works Association. (2016). *PVC pipe: Design and installation* (3rd ed.; AWWA Manual M23). American Water Works Association.
- [14] International Organization for Standardization. (2014). *ISO 16422:2014 Plastics piping systems for water supply and for buried and above-ground drainage and sewerage under pressure— Oriented unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-O)— Pipes and fittings*. ISO.
- [15] Standards Australia, & Standards New Zealand. (2008). *AS/NZS 4441:2008 Oriented PVC (PVC-O) pipes for pressure applications*. Standards Australia
- [16] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2567). *สภาวะอากาศเดือนเมษายน พ.ศ. 2567*. กองเฝ้าระวังแผ่นดินไหวและสภาวะอากาศ. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2569, จาก <https://www.tmd.go.th>
- [17] นฤฤทธิ์ คล่อมพงษ์, & จอมภพ แวศักดิ์. (ม.ป.ป.). *แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายสำหรับการทำนายอุณหภูมิดินภายใต้สภาพแวดล้อมทางภาคใต้ของประเทศไทย* [The simplified mathematical model for prediction of soil temperature under the environment of Southern Thailand]. ศูนย์วิจัยและสาธิตระบบพลังงานทดแทน, ภาควิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.

- [18] Finore, I., Feola, A., Russo, L., Cattaneo, A.,
Di Donato, P., Nicolaus, B., Poli, A., &
Romano, I. (2023). Thermophilic bacteria and
their thermostases in composting processes:
A review. *Chemical and Biological
Technologies in Agriculture*, 10, Article 7.
<https://doi.org/10.1186/s40538-023-00381-z>

ประวัติผู้เขียนบทความ



นายภานุวัฒน์ แตระกุล
การจัดการสิ่งแวดล้อม
บำบัดน้ำเสีย
การจัดการขยะชุมชน
กากอุตสาหกรรม

สมบูรณ์เมื่อใช้คู่กับ
ประกาศนียบัตรนำเสนอผลงาน
SAUNIC2026