วิศวกรรมสาร ม.ข. ปีที่ 31 ฉบับที่ 3 (317-328) กรกฎาคม - กันยายน 2547
KKU Engineering Journal Vol. 31 No. 3 (317-328) July -September 2004

การวิเคราะห์การออกแบบระบบประปาภายในอาคารสูงด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ EPANET

อังกูร รินทรามี สุวัฒนา จิตตลดากร และทีฆวุฒิ พุทธาภิรมย์
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การนำแบบจำลองคณิตศาสตร์มาใช้วิเคราะห์เพื่อช่วยในการออกแบบระบบประปาภายในอาคารสูงปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลาย แบบจำลอง EPANET เป็นแบบจำลองหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์ทางชลศาสตร์การไหลของน้ำภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทดสอบการนำแบบจำลอง EPANET มาใช้ในการวิเคราะห์ระบบประปาในอาคารสูงเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบต่อไป โดยจำลองระบบประปาของอาคาร 26 ชั้น ซึ่งแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 3 กรณีคือ กรณีที่อุปกรณ์จ่ายน้ำทุกตัวมีการใช้น้ำ กรณีที่มีอัตราการใช้น้ำตามจริง และกรณีที่ไม่มีการใช้น้ำ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า แบบจำลอง EPANET สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบระบบประปาในอาคารสูงได้ แต่ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องนั้นต้องมีน้ำไหลผ่านวาล์วลดแรงดันเพื่อให้แรงดันน้ำลดลงตามค่าที่ตั้งไว้ได้

Analysis of Plumbing Design of Highlight Building Using EPANET Mathematical Modelling

Ankul Rintramee, Suwattana Jitraladakorn and Teekawutti Budhapirom
Department of Water Resources, Faculty of Engineering, Kasetsart University

Abstract

Application of mathematical model for water supply in high building is not currently prevalent. The EPANET is one of hydraulic models for analysis of underpressure flow in pipe network. The purpose of this study is to test the capability of this model applying to pipe network in high building for further use as a designing tool. The study was tested into 3 cases which are : 1) water consumption being from all equipment 2) water consumption being from some equipment as the rate of actual record and 3) no water consumption in the system. Therefore, it could be concluded that the EPANET model could be applied for pipe network analysis of water supply in high building with constraining that there shall be water flowing through pressure reducing valve in order that the calculated result of water pressure at the node beyond the pressure reducing valve could be properly decreased down to its installed setting valve.

บทนำ

การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร มีปัจจัยสำคัญอยู่ที่การกำหนดความเร็วและความดันของน้ำที่จ่ายไปยังเครื่องสุขภัณฑ์หรืออุปกรณ์ต่างๆ แต่ละชนิดที่เหมาะสม การออกแบบโดยทั่วไปจะเป็นการออกแบบที่เริ่มจากการหาความต้องการการใช้น้ำสูงสุด แล้วนำไปหาขนาดท่อแยก ท่อเมน ความเร็ว และความดันที่เหมาะสม แบบจำลอง EPANET คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็น Freeware ที่สามารถ Download ได้จากอินเตอร์เน็ต ใช้ในการจำลองสภาพการไหลของระบบจ่ายน้ำในสภาพการไหลเต็มท่อภายใต้แรงดัน การวิเคราะห์ผลสามารถแสดงผลเป็นอนุกรมของเวลา แสดงผลด้วยกราฟฟิก และง่ายต่อการป้อนข้อมูลทางด้านเข้า แบบจำลองนี้จึงถูกเลือกเพื่อนำมาวิเคราะห์ระบบจ่ายน้ำในอาคารสูง

ทฤษฎีการออกแบบระบบประปา

ปัจจัยสำคัญของการจ่ายน้ำภายในอาคารขึ้นอยู่กับการออกแบบควบคุมอัตราการไหลและแรงดันภายในเส้นท่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของอุปกรณ์จ่ายน้ำ การ

ออกแบบระบบประปาภายในอาคารใช้ทฤษฎีของ Hazen-William [วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. 2543] ในการคำนวณค่าแรงดันลดในเส้นท่อเพื่อนำไปหาค่าแรงดันที่จ่ายให้กับอุปกรณ์จ่ายน้ำ โดยการจ่ายน้ำมีทั้งการจ่ายโดยใช้เครื่องสูบน้ำสูบจ่ายและการจ่ายน้ำโดยไหลตามแรงโน้มถ่วงจากถังสูงลงไปตามชั้นต่างๆ

การประมาณอัตราการใช้น้ำ

ในการประมาณอัตราความต้องการน้ำในระบบท่อ ใช้การเปรียบเทียบอัตราความต้องการน้ำของเครื่องสุขภัณฑ์เป็นหน่วยเปรียบเทียบเรียกว่า หน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit : FU) โดยคำนึงถึงอัตราการไหลและความถี่ในการใช้งานของแต่ละเครื่องสุขภัณฑ์ประกอบกัน โดยเครื่องสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งในที่สาธารณะจะมีจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์มากกว่าเครื่องสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งตามบ้าน ทั้งนี้เพราะมีความถี่ในการใช้น้ำมากกว่า และอาคารแต่ละประเภทที่มีจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์เท่ากัน จะมีความต้องการน้ำสูงสุดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้สอยของอาคาร และจำนวนผู้ใช้สอยที่แตกต่างกัน ในการที่จะทำการประมาณอัตราความต้องการน้ำสูงสุดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ต้องอาศัยประสบการณ์อันยาวนานของวิศวกรระบบท่อ ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการวัดระบบจริงซึ่งใช้งานอยู่ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับค่าการใช้น้ำโดยนำไปคูณค่าตัวประกอบ Water Factors เพื่อปรับค่าการใช้น้ำให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น

การคำนวณหาขนาดท่อน้ำ

ในขณะที่น้ำไหลภายในท่อ จะเกิดความเสียดทานขึ้นอันเนื่องจากความหนืดของน้ำ (viscosity) ถ้าผนังของท่อหยาบก็จะเพิ่มความเสียดทานขึ้นอีก เนื่องมาจากความหยาบของผนังท่อทำให้เพิ่มการปั่นป่วนภายในท่อ พลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานนี้แสดงออกมาในรูปของความดันลด (pressure loss) ความดันลดนี้แปรตามความยาวท่อ ความเร็วของน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อและความหยาบของผนังท่อ ขนาดของท่อจะหาได้จากสมการของ Hazen - William

$$Q = AV \tag{1}$$

โดยที่ Q เป็นอัตราการไหล A เป็นพื้นที่หน้าตัดของท่อ และ V เป็นความเร็วของน้ำภายในท่อ

$$h_f = \frac{4.727L(Q/C)^{1.85}}{D^{4.87}} \tag{2}$$

โดยที่ h_f เป็นความดันลด (ฟุตของน้ำ) D เป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (ฟุต) L เป็นความยาวท่อ (ฟุต) Q เป็นอัตราการไหล (ฟุตต่อวินาที) และ C เป็นสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่ควรเกิน 3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันไม่ให้มีเสียงดังของน้ำและลดอัตราการสึกกร่อนของบ่าวาล์วและท่อ ตลอดจนจำกัดความดันลดไม่ให้สูงมากจนทำให้ต้องใช้แรงดันน้ำสูงเกินไป ส่วนความดันของน้ำในเส้นท่อที่จ่ายให้สุขภัณฑ์ไม่ควรเกิน 5 บาร์หรือ 50 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้วาล์วต่างๆสึกหรอหรือเสื่อมอายุการใช้งานเร็วเกินไป

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองคณิตศาสตร์ EPANET [Romance, Lewis A. 2000] คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจำลองพฤติกรรมทางด้าน Hydraulic และ Water Quality กับโครงข่ายเส้นท่อภายใต้แรงดัน ณ ช่วงเวลาที่ต่อขยายออกไป โครงข่ายประกอบด้วย ท่อ (link) บัพ (node) ปั๊ม (pump) วาล์ว (valve) และถังเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ EPANET สามารถหาอัตราการไหลในแต่ละเส้นท่อ แรงดันในแต่ละบัพ ความสูงของน้ำในแต่ละถัง การแสดงผลในหลายๆ รูปแบบ ซึ่งรวมถึงแผนที่โครงข่ายกำหนดรหัสตามสี ตารางข้อมูล กราฟอนุกรมของเวลา และภาพระบุตามเส้นชั้นความสูงในการศึกษานี้จะวิเคราะห์โครงข่ายเฉพาะทางด้าน hydraulic เพียงอย่างเดียว

ความสามารถทาง Hydraulic ของแบบจำลอง

ความสามารถทางด้าน Hydraulic ของแบบจำลองประกอบด้วย

- ไม่มีข้อจำกัดด้านขนาดของโครงข่ายที่จะวิเคราะห์
- สามารถคำนวณ Friction Headloss โดยใช้สมการ Hazen-William, Darcy-Weisbach หรือ Chezy-Manning
- รวม Minor Headloss จาก Bends และ Fitting
- ใช้กับปั๊มซึ่งความเร็วคงที่หรือปรับความเร็วได้
- คำนวณพลังงานของการสูบน้ำและต้นทุน
- ใช้กับวาล์วได้หลายชนิด รวมถึง Shutoff, Check, Pressure Regulation และ Flow Control Valves
- สามารถใช้ถังเก็บน้ำได้หลายแบบ (เส้นผ่านศูนย์กลางแปรผันกับความสูง)
- พิจารณาลักษณะความต้องการน้ำที่ Nodes ได้หลายลักษณะ แต่ละ

ลักษณะจะมีรูปแบบของตัวเอง ซึ่งแปรผันกับเวลา

- สามารถปฏิบัติด้วยระบบพื้นฐานอย่างง่ายของทั้งระดับถังเก็บน้ำและควบคุมด้วยเวลาหรือควบคุมด้วยระบบพื้นฐานที่ซับซ้อน

ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง EPANET

1) ข้อมูลที่แบบจำลอง EPANET ต้องการเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลโครงข่ายของระบบสูบน้ำ ข้อมูลการใช้น้ำ และข้อมูลในการปฏิบัติการควบคุม
2) ข้อมูลโครงข่ายของระบบสูบน้ำได้แก่ ข้อมูลตำแหน่งของบัพ และท่อ ที่ต่อกันเป็นโครงข่ายข้อมูลและตำแหน่งของอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เช่น วาล์ว ถังเก็บน้ำ เครื่องสูบน้ำ และอ่างพักน้ำ เป็นต้น
3) ข้อมูลการใช้น้ำได้แก่ ข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละบัพ สามารถวิเคราะห์จากข้อมูลการใช้น้ำในแต่ละบัพหรือการตรวจวัดจากเครื่องวัดในเส้นท่อ หรือข้อมูลการใช้น้ำที่ผ่านมา ซึ่งลักษณะของข้อมูลจะเป็นปริมาณน้ำที่ใช้เฉลี่ยรายวันหรือเจาะลงไปเช่น วันที่มีการใช้ปริมาณน้ำสูงสุด ชั่วโมงที่มีการใช้น้ำสูงสุด ชั่วโมงที่มีการใช้น้ำต่ำสุด เป็นต้น
4) ข้อมูลในการปฏิบัติการควบคุมได้แก่ ข้อมูลการเปิดปิดเครื่องสูบน้ำ ความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ จุดที่เครื่องสูบน้ำทำงานอัตโนมัติ ตำแหน่งการเปิดปิดองศาของวาล์วควบคุม ข้อจำกัดของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ระดับน้ำในถังเก็บน้ำ อัตราการไหลเข้าถังพักน้ำ และปริมาณน้ำที่สูบจ่ายทั้งหมด

ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์การออกแบบระบบประปาในอาคาร สามารถแบ่งออกได้ 4 ขั้นตอนได้แก่ การรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของอาคารสูงที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ การจัดเตรียมโครงข่ายและข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง การจำลองระบบลงในแบบจำลอง และการจำแนกกรณีศึกษา

การรวบรวมข้อมูลของอาคาร

อาคารที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่มีข้อมูลด้านการคำนวณออกแบบระบบประปา แต่มีเฉพาะแบบระบบประปาที่ใช้ในการก่อสร้างและติดตั้งตามที่ปรากฏในปัจจุบัน ดังนั้น จึง

ได้ทำการศึกษาโดยนำเอาข้อมูลจากแบบระบบประปาของอาคารมาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่าที่กำหนดในการออกแบบ

ก) ระบบจ่ายน้ำภายในอาคาร

จากแบบระบบประปาภายในอาคารแสดงแผนผังการจ่ายในอาคารดังรูปที่ 1 โดยน้ำประปาจากการประปานครหลวงถูกจ่ายเข้าอาคารที่ถังเก็บน้ำที่ชั้นใต้ดิน (ground tank) ซึ่งตั้งอยู่ที่ชั้น B2 และเครื่องสูบจ่ายน้ำ (transfer pump:TP) สูบจ่ายขึ้นไปเก็บกักที่ถังเก็บน้ำบนหลังคา (roof tank) บนชั้น Roof แล้วจ่ายลงมาตามท่อขนาดต่างๆ แยกลงมาตามชั้นที่มีการใช้น้ำตามแต่ละวัตถุประสงค์ของพื้นที่นั้นๆ

(ข) ข้อมูลอุปกรณ์และการใช้น้ำ

เครื่องสูบจ่ายน้ำติดตั้งไว้ 2 เครื่อง แต่ในการใช้งานจริงจะสลับการทำงานกันเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานและเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (booster pump : BP) เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำในเส้นท่อที่ 3 ชั้นบนสุด โดยทำงานร่วมกันกับถังอัดความดันเพื่อรักษาระดับแรงดันของน้ำในเส้นท่อให้คงที่ตลอด แม้ว่าปริมาณการใช้น้ำจะมากหรือน้อย และวาล์วลดแรงดัน (pressure reducing valve) ทำหน้าที่ลดแรงดันของน้ำที่ไหลผ่านวาล์วให้มีค่าตามที่กำหนดไว้ เพื่อไม่ให้อุปกรณ์จ่ายน้ำชำรุดเสียหายจากค่าแรงดันที่สูงเกินไป

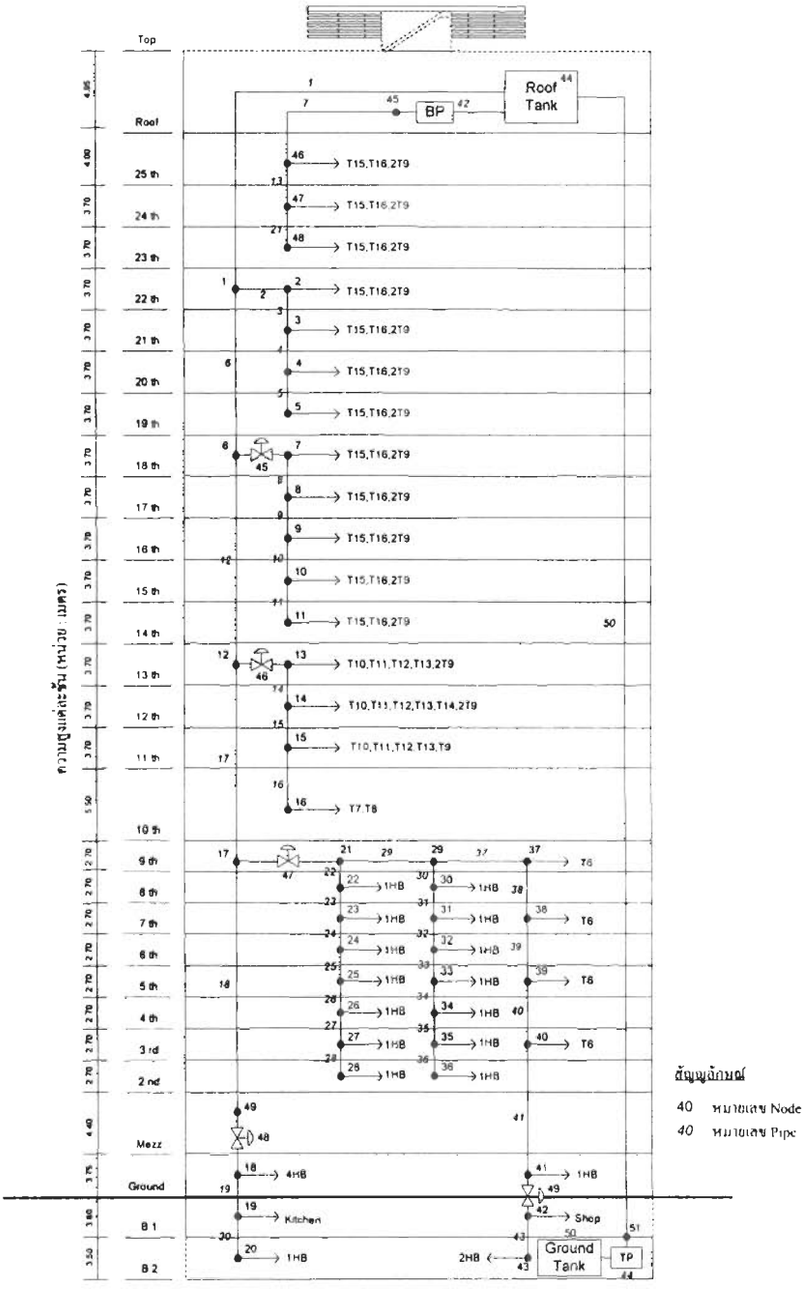
การเตรียมโครงข่ายและข้อมูลทางด้านเข้าของแบบจำลอง

จากแผนผังการจ่ายน้ำในอาคารกำหนดหมายเลข Node หมายเลข Pipe เส้นผ่าศูนย์-กลางของท่อ ถังเก็บน้ำใต้ดิน ถังเก็บกักน้ำบนหลังคา เครื่องสูบจ่ายน้ำ เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันและวาล์วลดแรงดัน ดังแสดงการจำลองระบบในแบบจำลองตามรูปที่ 2

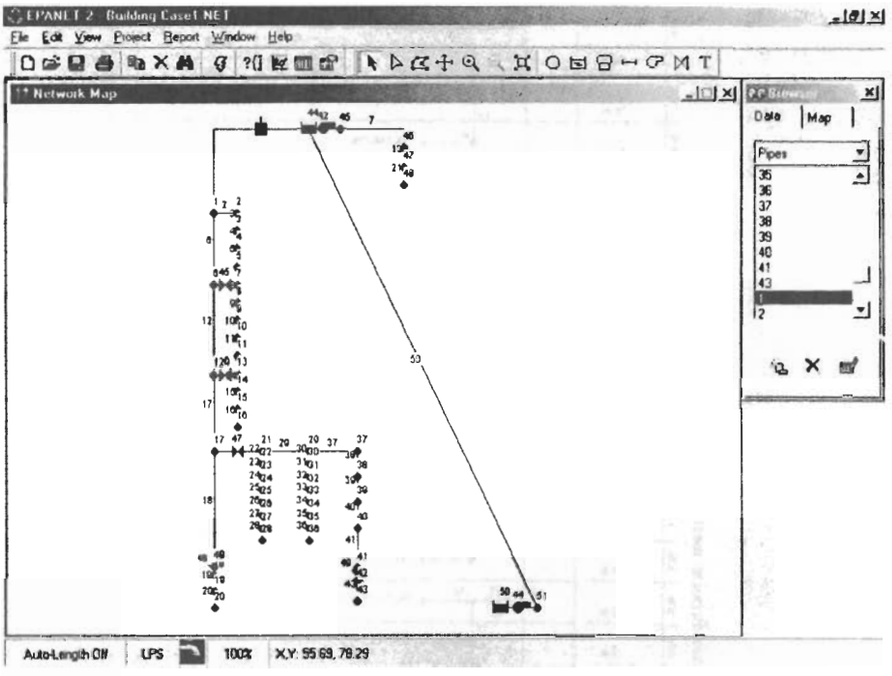
การจำลองระบบลงในแบบจำลองและการจำแนกกรณีศึกษา

ทำการจำลองระบบลงในแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ค่าแรงดันและความเร็วการไหลในเส้นท่อ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กรณี คือ

<u>กรณีศึกษาที่ 1</u> จ่ายน้ำตามอัตราการจ่ายน้ำที่ออกแบบหรือตามจำนวนอุปกรณ์จ่ายน้ำทั้งหมดในอาคารโดยมีปริมาณการจ่ายน้ำของ Node ตั้งแต่ 0.32 ลิตรต่อวินาที ถึง 6.30 ลิตรต่อวินาทีหรือเฉลี่ยที่ 2.48 ลิตรต่อวินาที เส้นท่อมีขนาดตั้งแต่ 6 4 3 2 และ 1 ½ นิ้ว จากชั้นบนสุดและลดขนาดลงตามลำดับชั้นของอาคาร



รูปที่ 1 โครงข่ายการจ่ายน้ำ และการเตรียมข้อมูลของแบบจำลอง



รูปที่ 2 การใส่ข้อมูลในแบบจำลอง

กรณีศึกษาที่ 2 จ่ายน้ำตามอัตราการจ่ายน้ำใช้งานจริงซึ่งจากการตรวจวัดได้อัตราการจ่ายน้ำที่ปริมาณ 3.96 ลิตรต่อวินาทีโดยได้แบ่งกรณีออกเป็นอีก 2 กรณีย่อยคือ

- กรณีที่ 2.1 ทดลองการจ่ายน้ำที่ปลายเส้นท่อแต่ละแนวเส้นที่ Node 20 43 48 เฉลี่ยที่แต่ละ Node อัตรา 1.32 ลิตรต่อวินาที โดยกำหนดให้การจ่ายน้ำที่ Node อื่นเท่ากับศูนย์
- กรณีที่ 2.2 ทดลองการจ่ายน้ำที่ปลายเส้นท่อจุดไกลสุดที่ Node 43 จุดเดียวที่อัตรา 3.96 ลิตรต่อวินาที โดยการจ่ายน้ำที่ Node อื่นเท่ากับศูนย์

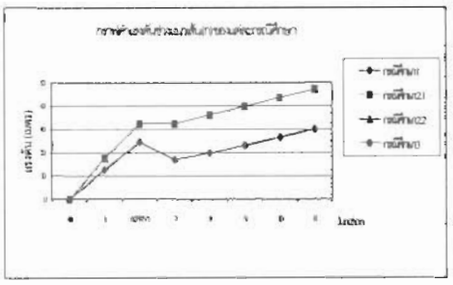
กรณีศึกษาที่ 3 กรณีไม่มีการจ่ายน้ำในอาคาร หรืออัตราการใช้น้ำเป็นศูนย์ในทุก Node กรณีนี้เพื่อวิเคราะห์ระบบกรณีที่อาคารหยุดทำการในช่วงวันหยุด และไม่มีการใช้น้ำในอาคาร

แต่ละกรณีเพื่อศึกษาค่าความเร็วและแรงดันของน้ำในเส้นท่อ โดยในการแสดงผลได้แบ่งแนวเส้นท่อเพื่อแสดงผลเปรียบเทียบกราฟค่าแรงดันเป็น 6 แนวเส้นคือ

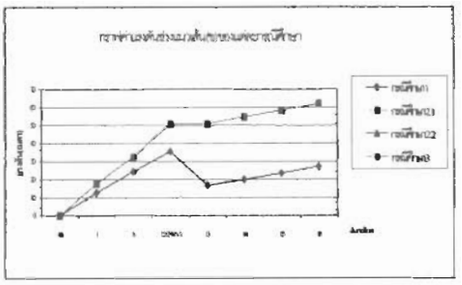
- แนวเส้น (ก) ที่ Node 44, 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11
- แนวเส้น (ข) ที่ Node 44, 1, 6, 12, 13, 14, 15, 16
- แนวเส้น (ค) ที่ Node 44, 1, 6, 12, 17, 49, 18, 19, 20
- แนวเส้น (ง) ที่ Node 12, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
- แนวเส้น (จ) ที่ Node 12, 17, 21, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36
- แนวเส้น(ฉ) ที่ Node 12, 17, 21, 29, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

ผลการทดลอง

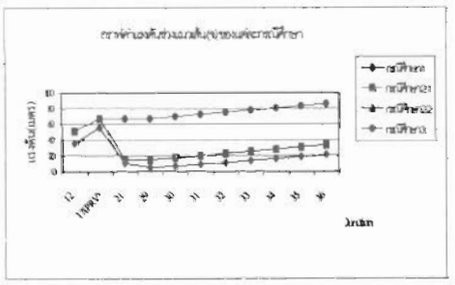
จากผลการทดลองความเร็วน้ำในเส้นท่อในทุกกรณีส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน 3 เมตรต่อวินาที ส่วนค่าแรงดันของแต่ละแนวเส้นท่อและแต่ละกรณีศึกษาได้แสดงผลเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 7 และสรุปดังนี้



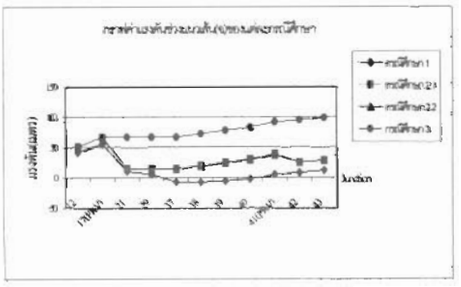
รูปที่ 2 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (ก)



รูปที่ 3 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (ข)

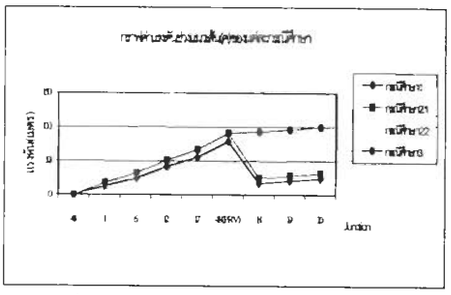


รูปที่ 4 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (ค)

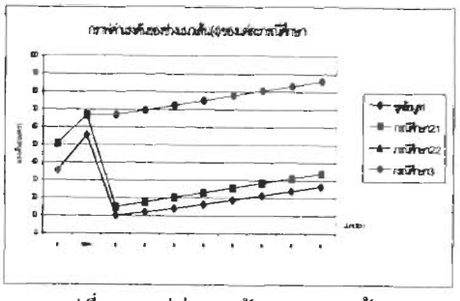


รูปที่ 5 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (ง)

ภาควิชาฯ



รูปที่ 6 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (จ)



รูปที่ 7 กราฟค่าแรงดันของแนวเส้น (ฉ)

จุดจ่ายน้ำที่ Node 44 ลงมาที่จุดปลายท่อที่ Node 11 และ Node 16 ดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับนั้น ค่าแรงดันของกรณีศึกษาที่ 1 มีค่าน้อยกว่ากรณีศึกษาอื่น เนื่องจากมีอัตราการใช้น้ำมากจึงเกิด Head Loss ในเส้นท่อมากกว่า และค่าแรงดันของกรณีศึกษาที่ 2.1 2.2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก จากกราฟจะเห็นได้ว่าเส้นกราฟซ้อนทับกันตลอดแนวเส้น รูปที่ 4 แสดงเปรียบเทียบค่าแรงดันจาก Node 44 ลงมาถึง Node 20 ค่าแรงดันของกรณีศึกษาที่ 1 และ 2.1 มีลักษณะคล้ายกันมากเนื่องจากมีการไหลของน้ำในเส้นท่อผ่าน Node ที่พิจารณา ความดันที่แตกต่างกันใน Node ที่พิจารณามีผลมาจาก Head loss ที่เกิดจากความแตกต่างของการไหลของน้ำ ค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นจนถึง Node 49 และหลังจากผ่านวาล์วลดแรงดันมีค่าลดลงเป็นไปในทางเดียวกัน ส่วนค่าแรงดันลดของกรณีศึกษาที่ 2.2 และ 3 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเกือบเท่ากันตลอด รูปที่ 5 และรูปที่ 6 ค่าแรงดันของกรณีศึกษาที่ 1 2.1 และ 2.2 ค่าแรงดันหลังผ่านวาล์วลดแรงดันที่ Node 21 มีค่าลดลง ส่วนกรณีศึกษาที่ 3 ค่าแรงดันมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากไม่มีน้ำไหลในเส้นท่อ รูปที่ 7 ค่าแรงดันของกรณีศึกษาที่ 1 2.1 และ 2.2 ที่ Node 21 มีค่าลดลง ในกรณีศึกษาที่ 1 ค่าแรงดันมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุจาก Head Loss ที่เพิ่มขึ้นในเส้นท่อ ส่วนกรณีศึกษาที่ 2.1 และ 2.2 มีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน และในกรณีศึกษาที่ 3 จาก Node 17 จนถึง Node 43 ค่าแรงดันเพิ่มสูงขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบแบบจำลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์การออกแบบระบบประปาภายในอาคารสูง สรุปได้ดังนี้

1. แบบจำลอง EPANET สามารถนำไปประยุกต์ใช้ออกแบบระบบประปาในอาคารสูงได้ในเงื่อนไขสรุปที่มีการไหลของน้ำผ่านวาล์วลดแรงดันภายในเส้นท่อ กรณีที่ไม่มีการไหลของน้ำผ่านวาล์วลดแรงดัน ค่าแรงดัน

หลังจากผ่านวาล์วจะไม่ลดลงตามค่าที่ตั้งไว้ ซึ่งในหลักการทำงานของวาล์วลดแรงดันประกอบด้วยชุดวาล์วที่ทำงานสัมพันธ์กัน และลดแรงดันลงแม้ไม่มีการไหลของน้ำในเส้นท่อ

2. การทดลองจ่ายน้ำปริมาณเล็กน้อยด้านปลายท่อที่ไม่มีการไหลของน้ำผ่านวาล์วลดแรงดัน สามารถทำให้วาล์วลดแรงดันลดค่าแรงดันน้ำได้ตามปกติ แต่ปริมาณน้ำที่จ่ายต้องคำนึงผลกระทบที่ต้องไม่เปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อมากนัก
3. แบบจำลองไม่สามารถกำหนดให้เครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันรักษาระดับแรงดันของน้ำที่จ่ายให้กับอุปกรณ์อยู่ในระดับคงที่ได้ เนื่องจากการกำหนดข้อมูลเครื่องสูบน้ำในแบบจำลองกำหนดได้ 2 ลักษณะคือ ให้ Head คงที่ และ Head ผันแปรตามอัตราการจ่ายน้ำ ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะ ค่าแรงดันน้ำที่ผ่านเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดันจะมีค่าไม่คงที่ แต่ในการใช้งานจริงระบบมีถังอัดความดันทำงานร่วมกัน เพื่อรักษาระดับแรงดันให้คงที่ตลอดแม้มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการจ่ายน้ำ

การออกแบบระบบประปาในอาคารสูงในปัจจุบันยังคงใช้ทฤษฎีการออกแบบของ Hazen-William โดยรวบรวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์แล้วนำมาหาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดเพื่อนำไปหาขนาดท่อ ความเร็วของน้ำ อัตราการไหลของน้ำและค่าความดันลดจากกราฟ วิธีนี้แม้จะใช้กันมาอย่างแพร่หลายแล้วก็ตาม แต่การประยุกต์นำแบบจำลอง EPANET มาช่วยในการออกแบบจะทำให้สามารถประหยัดระยะเวลา สะดวกในการใช้งาน สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ กำหนดขนาดเครื่องสูบน้ำ หรือประมาณราคาค่าวัสดุทั้งหมดของโครงข่ายได้โดยสามารถให้ผลลัพธ์ออกมาทันที ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการตรวจสอบผลการคำนวณการออกแบบตามทฤษฎีที่ได้ทำไว้แล้ว

เอกสารอ้างอิง

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, 2543. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร, **จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**, กรุงเทพฯ. 303 น.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. 2529. ปั๊มและระบบสูบน้ำ, **มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** กรุงเทพฯ. 262 น.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สุรินทร์ เศรษฐมานิต และทาเคโอะ มอริมูระ. 2530. วิศวกรรมงานท่อในอาคาร, **ดวงกมลจำกัด และสมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ :** กรุงเทพฯ.

Romance and Lewis A. 2000. **EPANET2 Users Manual. U.S. Environmental ProtectionAgency**.Cincinnati:Ohio.