

การคำนวณขนาดท่อน้ำประปา โดยใช้ Microsoft Visual Basic*

พนมชัย วีระยุทธศิลป์¹⁾

1)อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail:wpanom@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การออกแบบระบบท่อน้ำประปาภายในอาคารเป็นหนึ่งในระบบที่สำคัญของระบบสุขาภิบาลในอาคาร ซึ่งจะต้องมีคำนวณอย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้ได้ขนาดท่อน้ำประปาที่เหมาะสมทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้ออกแบบหาขนาดท่อน้ำประปาได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องใช้วิธีคำนวณแบบเดิมซึ่งยุ่งยากซับซ้อน บทความนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา Microsoft Visual Basic (version 6.0) ซึ่งใช้สำหรับการคำนวณออกแบบที่สามารถใช้งานได้และเรียบง่าย แต่ผู้ใช้งานจะต้องมีพื้นฐานการออกแบบงานระบบสุขาภิบาลพอสมควร

คำสำคัญ : ท่อน้ำประปา, ระบบสุขาภิบาล

* รับผิดชอบเมื่อวันที่ 31 มีนาคม 2549 และได้รับบทความฉบับแก้ไขเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2549

Cold Water Piping Design by Microsoft Visual Basic^{*}

Panomchai Weerayutsil¹⁾

1) Lecturer, Department of Environment Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

Email: wpanom@kku.ac.th

Abstract

Cold water piping design is a significant component of plumping system. It is required an accurate calculation for proper pipe size selection bringing about an optimal economic and engineering aspects. Computer programming development is one of the technique used as an alternative design to avoid a conventionally technique. This paper presented the Microsoft program of Visual Basic (version 6.0) developed for the design calculation. This program is simple and convenient for usage. However, an adequate background of Plumbing design is needed for the programmer.

Keywords : cold water piping, plumping system

*

Original manuscript submitted: March 31, 2006 and Final manuscript received: April 10, 2006

บทนำ

การออกแบบระบบท่อน้ำประปาภายในอาคารเป็นระบบที่สำคัญของระบบสุขาภิบาลในอาคาร ซึ่งจะต้องมีคำนวณอย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้ได้ขนาดท่อน้ำประปาที่เหมาะสมทั้งในด้าน เศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม การออกแบบระบบดังกล่าวเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก จำเป็นต้องใช้ตารางข้อกำหนดต่างๆในการออกแบบเป็นจำนวนมาก ต้องใช้เวลาและอาจจะมี ความผิดพลาดในการคำนวณ ในกรณีที่ต้องมีการอ้างอิงข้อมูลจากตารางต่างๆ บทความนี้ได้กล่าวถึงการ พัฒนาโปรแกรมที่ช่วยนับจำนวนเครื่องสุขภัณฑ์ เพื่อให้สามารถคำนวณความต้องการปริมาณ น้ำประปาและนำไปหาขนาดท่อน้ำประปาสำหรับรองรับความต้องการการใช้น้ำประปา โดยใช้ โปรแกรมภาษา Microsoft Visual Basic (version 6.0) ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาที่สามารถสร้างรูปแบบ การใช้งานที่สะดวก มีรูปแบบหน้าจอที่สวยงาม ซึ่งเป็นโปรแกรมภาษาที่เรียบง่ายสามารถสร้าง รูปแบบการใช้งานที่สะดวกและให้หน้าจอที่สวยงาม

การออกแบบระบบท่อน้ำประปาภายในอาคาร

การออกแบบระบบท่อน้ำประปาในอาคารจำเป็นต้องคำนวณค่าตัวเลขต่างๆเพื่อให้ขนาดท่อน้ำประปาที่ ไหลในท่อนี้มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารนั้นๆ รวมทั้งต้องมีระดับ ความดันน้ำที่เหมาะสม โดยทั่วไปการคำนวณหาขนาดท่อน้ำประปาในอาคารนั้นนิยมเลือกใช้วิธีการ คำนวณโดยใช้ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Units) ซึ่งวิธีดังกล่าวคิดค้นขึ้นโดย Dr. Roy B.Hunter (วรวิทย์, 2541) เมื่อปี ค.ศ. 1970 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์จะทำให้รู้ค่าปริมาณอัตราความต้องการน้ำ (Demand) ในเบื้องต้น ขั้นตอนต่อไปจะนำอัตราความต้องการน้ำไปคำนวณหาขนาดท่อ โดยใช้สมการ Hazen – Williams ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

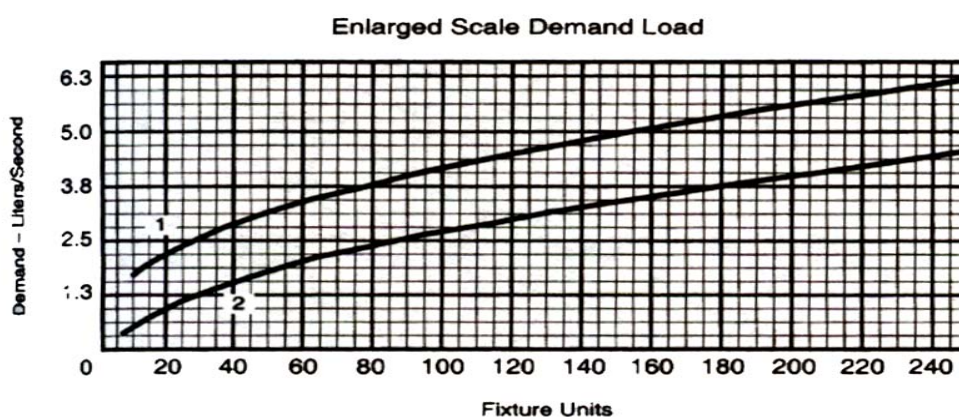
1. การกำหนดค่าหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Units) สำหรับท่อประปา

ปัจจัยต่างๆ ที่นำไปสู่การได้มาซึ่งอัตราความต้องการน้ำได้แก่ (1)ระยะเวลา(หน่วยเป็นนาที) ของการใช้เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละประเภท (2)จำนวนครั้งในการใช้เครื่องสุขภัณฑ์ในแต่ละวัน (3)อัตรา การไหลซึ่งวัดในหน่วยลิตรต่อวินาทีของน้ำประปาจากเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละประเภท (4)ปริมาณน้ำ ทั้งหมดต่อการใช้เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละประเภทในแต่ละครั้ง

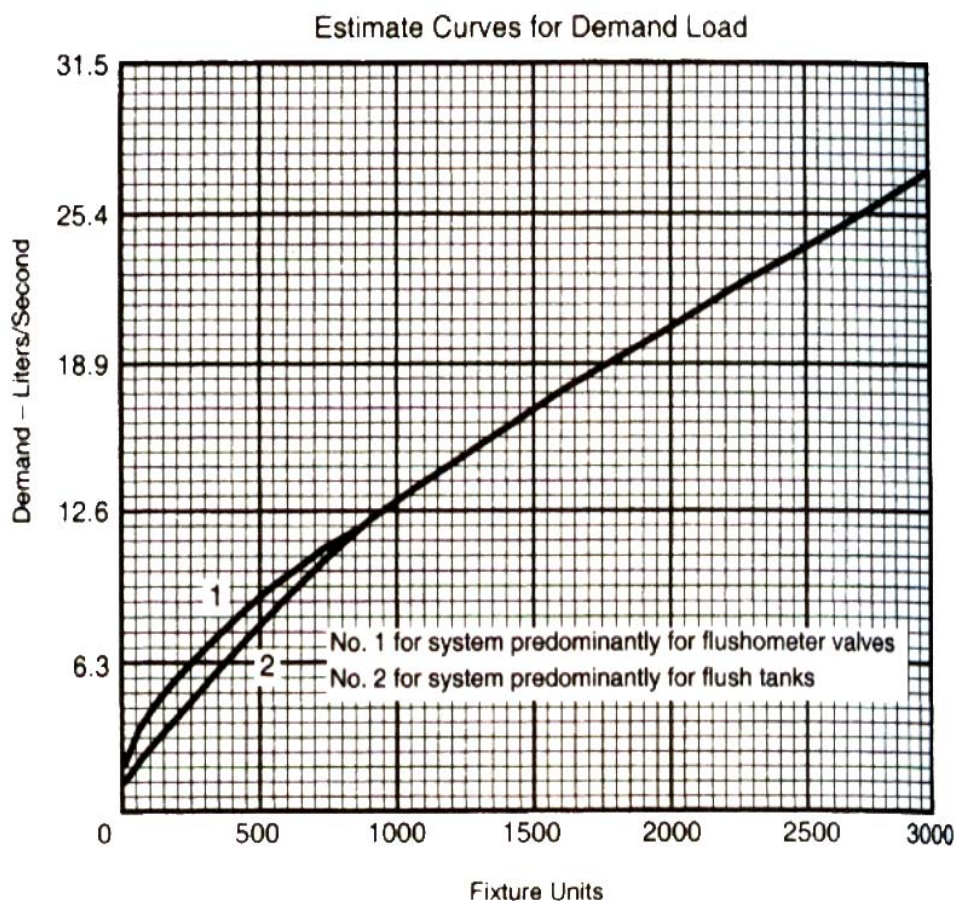
Hunter ได้พัฒนาข้อมูลเหล่านี้ออกมาเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนเครื่องสุขภัณฑ์กับ ปริมาณน้ำใช้สูงสุดที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้เป็นตัวเลขมีปริมาณน้ำใช้สำหรับอาคารมากเกินความเป็นจริง ทำให้ไม่ประหยัดในการนำไปใช้ในการออกแบบระบบท่อน้ำประปาที่จะได้ท่อที่มีขนาดใหญ่เกินความเป็นจริง ดังนั้น Hunter จึงได้กำหนดตัวเลขที่เหมาะสมให้เป็นค่าหน่วยสุขภัณฑ์ ดังแสดงตารางที่ 1 ซึ่ง อาศัยแนวคิดที่ว่าเครื่องสุขภัณฑ์มีโอกาส(propability)ถูกใช้พร้อมกันทั้งอาคารได้มากน้อยเท่าไร และ สรุปเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าหน่วยสุขภัณฑ์รวม(total fixture unit)กับอัตราความต้องการน้ำ สูงสุดที่น่าจะเป็นไปได้ในแต่ละท่อเมน ดังแสดงเป็นกราฟในรูปที่ 1 และรูปที่2 ซึ่งกราฟดังกล่าวจะถูก ใช้ในการหาอัตราน้ำใช้ที่จะนำไปออกแบบหาขนาดท่อน้ำประปาต่อไป

ประเภทของเครื่องสุขภัณฑ์	สถานที่ใช้	ชนิดของเครื่องควบคุม	หน่วย สุขภัณฑ์
ส้วม	สาธารณะ ส่วนบุคคล	ประตุน้ำล้าง ประตุน้ำล้าง ถังน้ำล้าง	10 6 2.2
ที่ปัสสาวะ	สาธารณะ	ประตุน้ำล้างขนาด 25 มม. ประตุน้ำล้างขนาด 20 มม. ถังน้ำล้าง	10 5 3
อ่างล้างมือ	สาธารณะ	ก๊อกน้ำ	1.5
อ่างอาบน้ำ	สาธารณะ	ก๊อกน้ำ	3
ฝักบัว	สาธารณะ	ประตูก๊อกน้ำ	3
อ่างซักล้าง	สำนักงานและ อื่นๆ	ก๊อกน้ำ	2.25
อ่างล้างชาม	โรงแรม ภัตตาคาร	ก๊อกน้ำ	3
อ่างล้างมือ	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	0.5
อ่างอาบน้ำ	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	2
ฝักบัว	ส่วนบุคคล	ประตูก๊อกน้ำ	1
อ่างล้างชาม	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	1
อ่างซักผ้า	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	2

ตารางที่ 1 ความต้องการน้ำประปาคิดเป็นหน่วยสุขภัณฑ์ (Woodson, 2000)



รูปที่ 1 กราฟปริมาณความต้องการน้ำที่สร้างโดย Hunter
โดยขยายช่วงหน่วยสุขภัณฑ์ระหว่าง 0-240 FU (Woodson, 2000)



รูปที่ 2 กราฟปริมาณความต้องการน้ำที่สร้างโดย Hunter (Woodson, 2000)

2. ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ในอาคารขนาดใหญ่

สำหรับกรณีที่อาคารมีขนาดใหญ่ทำให้จำนวนเครื่องสุขภัณฑ์มีจำนวนมาก จำเป็นจะต้องมีตัวคูณลด (Water Factors) เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ใกล้เคียงกับการใช้งานพร้อมๆกัน เนื่องจากความเป็นจริงการใช้น้ำพร้อมกันมีโอกาสน้อย ดังนั้นตัวคูณลดซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ จะถูกนำไปคูณกับอัตราค่าความต้องการน้ำสูงสุดที่หาได้ในเบื้องต้นจาก Hunter ' s curve เพื่อปรับค่าให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งค่าดังกล่าวจะเรียกว่า “ความต้องการน้ำที่เหมาะสม” โดยในการใช้งานจริงอาจปรับให้เป็นค่า “ความต้องการน้ำที่น้อยที่สุด” ตัวเลขต่างๆซึ่งเป็นค่าหน่วยสุขภัณฑ์, ความต้องการน้ำและตัวคูณลดแสดงไว้ในตารางที่ 2

ค่าหน่วย สุขภัณฑ์	ความต้องการน้ำ (แกลลอนต่อนาที)	ตัวคูณลด (%)	ความต้องการน้ำ ที่เหมาะสม (แกลลอนต่อนาที)	ความต้องการน้ำ ที่น้อยที่สุด (แกลลอนต่อนาที)
เกิน 400	125	100	125	
401-600	155	87	135	130
601-900	195	75	145	140
901-1,200	235	64	150	150
1,201-1,500	270	63	170	155
1,501-2,000	330	61	200	175
2,001-2,500	385	60	230	205
2,501-3,000	435	59	255	235
3,001-4,000	550	58	320	260
4,001-5,000	675	56	380	325
5,001-6,000	775	56	435	385
6,001-7,000	875	56	490	440
7,001-8,000	975	55	540	495

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่า Water Factors สำหรับอาคารประเภทโรงเรียน อาคารสำนักงานและ
อพาร์ทเมนต์ (วิธีทรี อิงภากรณ์, 2541)

3. การคำนวณขนาดท่อน้ำประปา

ขณะที่น้ำไหลในท่อ จะเกิดความเสียดทานขึ้น อันเนื่องจากความหนืดของน้ำ และผนังของท่อหยาบจะทำให้เพิ่มสภาพการไหลแบบ Turbulent ภายในท่อ พลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานนี้แสดงออกมาในรูปของ ความดันลด (Pressure loss) ซึ่งแปรผันกับความยาวและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, ความเร็วของน้ำ รวมทั้งความหยาบของผนังท่อ

ขนาดของท่อจะหาได้จากสมการความต่อเนื่อง คือ

$$Q = AV \quad (1)$$

โดยที่

Q = อัตราการไหล (ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตารางฟุต)

V = ความเร็วของน้ำภายในท่อ (ฟุตต่อวินาที)

หรือสามารถหาได้จากสูตร Hazen – Williams คือ

$$Q_{gpm} = 0.285CD^{2.63}S^{0.54} \quad (2)$$

โดยที่

S = h_f/L

h_f = ความดันลด (ฟุตของน้ำ)

L = ความยาวท่อ (ฟุต)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (นิ้ว)

C = สัมประสิทธิ์ของผิวท่อ (มีค่าระหว่าง 100-150)

4. ขั้นตอนการคำนวณหาขนาดท่อประปา

การหาปริมาณการไหลของน้ำสูงสุด คำนวณได้จากการเปลี่ยนจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ทั้งหมดมาเป็นอัตราการไหลของน้ำสูงสุด โดยใช้ Hunter's curve โดยมีขั้นตอนดังนี้

(4.1) นับจำนวนสุขภัณฑ์ที่มีอยู่ในเส้นทางเดินท่อที่พิจารณา

(4.2) คำนวณหาหน่วยสุขภัณฑ์ (fixture units) จากจำนวนสุขภัณฑ์รวมจากตารางที่ 1

(4.3) นำจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์รวม (fixture units) ที่ได้มาหาค่า Demand (Q) จากรูปที่ 1 และ

2

(4.4) นำค่า Q ที่ได้จากข้อ (4.3) มาหาขนาดท่อจากสมการที่ 2 กรณีที่จำนวนสุขภัณฑ์รวมมากกว่า 400 FU จะต้องหา Water Factors จากตารางที่ 2 เพื่อปรับแก้ไขค่า Demand (Q) จากข้อ (4.3)

5. การพัฒนาโปรแกรมด้วย Microsoft Visual basic

โปรแกรมการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา ได้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยโปรแกรมภาษา Microsoft Visual basic (version 6.0) ซึ่งการใช้งานโดยทั่วไปเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องติดตั้งโปรแกรมดังกล่าวให้สมบูรณ์ก่อน ในเบื้องต้นการทำงานของโปรแกรมจะอาศัยหน้าต่างหลักรวมทั้งหมด 4 บาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการเข้าไปสู่หน้าต่างที่ 1 ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเริ่มต้นทำงาน เมื่อคลิกข้อความบน

เข้าสู่โปรแกรม

ปุ่ม ระบบจะเริ่มทำงานโดยการนำสู่โปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 3

Form1



โปรแกรมการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา

พนมชัย วีระยุทธศิลป์

เข้าสู่โปรแกรม

รูปที่ 3 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อคลิกปุ่มข้อความ **เข้าสู่โปรแกรม** ในหน้าต่างที่ 1 จะปรากฏหน้าต่างที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 4

Form2

การคำนวณปริมาณน้ำมันที่รถต้องการต่อหน่วยประปา

ไอส์วัน(FT)		ไอส์วัน(FV)	
ไอปีตวาระขอ(FT)		ไอปีตวาระขอ(FV)	
ฟีดบัว		อ่าจอบท้ำ	
อ่าจ่ามื่อ		อ่าจ่างาน	
ปริมาณน้ำมันที่รถต้องการ			ลิตรต่อวินาที
			แกลลอนต่อวินาที
กดเพื่อไป			

รูปที่ 4 แสดงข้อมูลของกรอกจำนวนเครื่องสุกภัณฑ์

หน้าต่างดังกล่าวแสดงข้อมูลของเครื่องสุกภัณฑ์ต่างๆ ที่ผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลเฉพาะของจำนวนเครื่องสุกภัณฑ์ที่ต้องการคำนวณขนาดท่อ สำหรับจำนวนเครื่องสุกภัณฑ์ที่ไม่ได้กรอกตัวเลข โปรแกรมจะคำนวณค่าเป็นศูนย์โดยอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 5

Form2

การคำนวณปริมาณน้ำมันที่รถต้องการต่อหน่วยประปา

ไอส์วัน(FT)	10	ไอส์วัน(FV)	0
ไอปีตวาระขอ(FT)	6	ไอปีตวาระขอ(FV)	0
ฟีดบัว	0	อ่าจอบท้ำ	0
อ่าจ่ามื่อ	8	อ่าจ่างาน	0
ปริมาณน้ำมันที่รถต้องการ		1.75	ลิตรต่อวินาที
		0.46	แกลลอนต่อวินาที
กดเพื่อไป			

1 - Microsoft Visual Basic [run]

รูปที่ 5 แสดงผลการคำนวณ

ขั้นตอนที่ 3 เมื่อคลิกไปที่ **ปริมาณน้ำที่ต้องการ** โปรแกรมจะคำนวณหาอัตราของปริมาณน้ำที่ต้องการของเครื่องสุขภัณฑ์มาให้โดยแสดงเป็นหน่วย ลิตรต่อวินาที และ แกลลอนต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 5 จากนั้นคลิกไปที่ **หน้าต่อไป**

ขั้นตอนที่ 4 จะเป็นการเข้าสู่หน้าต่างที่ 3 ซึ่งจะนำตัวเลขอัตราความต้องการปริมาณน้ำที่ต้องการมาคำนวณหาขนาดท่อน้ำ โดยจะแสดงผลการคำนวณเมื่อคลิก **ขนาดท่อที่ต้องการ** ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยแสดงขนาดท่อเป็นหน่วย มิลลิเมตร และ นิ้ว จากนั้นคลิกไปที่ **หน้าต่อไป**

รูปที่ 6 แสดงผลการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา

ขั้นตอนที่ 5 เป็นหน้าต่างที่ 4 ซึ่งแสดงข้อกำหนดการใช้งานของโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งข้อกำหนดของหน่วยสุขภัณฑ์ในการอ้างอิงใช้จาก Courtesy of International Code Council. Reprinted from International Plumbing Code 2000 และขนาดท่อที่คำนวณได้เป็นชนิดท่อเหล็กอาบสังกะสี

Form4

หมายเหตุ (ข้อกำหนดของโปรแกรม)

1) อนุญาตให้ใช้ Courtesy of International Code Council. Reprinted from International Plumbing Code 2000.

2) ขาดก่อนประกอบเข้าใช้ก่อนการก่อสร้าง

รูปที่ 7 แสดงข้อกำหนดเงื่อนไขของโปรแกรม

บทสรุป

จากการใช้งานจริงด้วยโปรแกรมการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา ที่พัฒนาขึ้นพบว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถที่ใช้งานได้อย่างรวดเร็วและง่ายต่อการดำเนินงานตามขั้นตอน สามารถช่วยให้ผู้ออกแบบหาขนาดของท่อจ่ายน้ำประปาและปริมาณความต้องการน้ำประปาได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานของการออกแบบเท่านั้น อันได้แก่ จำนวนและชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้ออกแบบจำเป็นต้องทราบอยู่แล้วไม่ว่าจะใช้วิธีใด ดังนั้นข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จึงนำมาป้อนเข้าสู่โปรแกรมการคำนวณโดยตรง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือความสะดวกรวดเร็ว และสามารถประมวลผลรวมทั้งสำเนาข้อมูลการคำนวณออกมาได้ในทันทีที่โปรแกรมทำงานแล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2537. การออกแบบระบบท่ออาคารและสิ่งแวดล้อมอาคาร เล่มที่ 2 .

มิตรนราการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร

วรวิทย์ อิงภากรณ์. 2541. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร

Woodson, R.D. (2000), **International and Uniform Plumbing Code**, McGraw - Hill, Inc., New York.