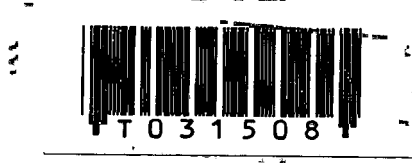


การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตภาคกระบ้ง

MODELLING OF FLOOD DISTRIBUTION IN LADKRABANG DISTRICT



นาย ธีรชัย ลาซา  
MR. TEERACHAI LARSAR

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏ

สาขาวิชาเคมีประยุกต์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-267-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 31508  
กัน, เดือน, ปี..... 11 พ.ย. 2541

**MODELLING OF FLOOD DISTRIBUTION IN LADKRABANG DISTRICT**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE  
MASTER OF SCIENCE IN APPLIED CHEMISTRY  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**1998**

**ISBN ISBN 974-622-267-8**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบัง  
นักศึกษา ชีรชัย ลาสา  
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เมธิชญชัย ไชยสิทธิ์  
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม Dr. Stanislav Makhnov, Dr. Jochen Amrehn.  
ระดับการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเคมีประยุกต์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2541

### บทคัดย่อ

พื้นที่เขตลาคกระบังตั้งอยู่ด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร เป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำทุกปีเพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มต่ำประกอบด้วยมีปริมาณความชื้นฝนมาก(1.2-1.5 มิลลิเมตร/ชั่วโมง) สภาพระน้ำท่วมซ้ำในฤดูฝนส่งผลกระทบต่อด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เศรษฐกิจและคมนาคมทั้งนี้เพราะเขตลาคกระบังเป็นที่ตั้งของหน่วยงานที่สำคัญเช่นนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถานีคลังกล่องสินค้า (ICD)และ โครงการสนามบินนานาชาติหนองงูเห่า

งานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังในที่นี้เรียกว่าระบบที่ III โดยอาศัยแบบจำลองของเขต หลักการทางคณิตศาสตร์ของสมการอนุพันธ์สามัญวิธีรุงง-กูดตันและโปรแกรมMathcad6.0+เข้ามาใช้ในการประมวลผลโดยใช้ข้อมูลของระดับน้ำเริ่มต้น อัตราการระบายน้ำ สถานที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่เขตลาคกระบังเป็นเงื่อนไขเริ่มต้น การนำเสนอแบบจำลองได้ทำการปรับเทียบมาตรฐานและทดสอบความน่าเชื่อถือโดยใช้ข้อมูลการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในที่นี้เรียกว่าระบบที่ I และข้อมูลการระบายน้ำของคลองในประเทศศรีสขชัยในที่นี้เรียกว่าระบบที่ II ผลจากการปรับเทียบข้อมูลของระบบที่ I และระบบที่ II จะได้ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำ 0.029 % ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) 1,200  $\text{min}^{-1}$  และ 0.062 % ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) 30,000  $\text{min}^{-1}$  ตามลำดับ ส่วนการศึกษาการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพอัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.0 16.0 33.0 112.0 166.0 222.0 548.0 820.0 และ 1094.0 ลูกบาศก์เมตร/นาที่ ตามลำดับ และกรณีติดตั้งประตูระบายน้ำจำนวน 1 ช่อง ความสูง 6 เมตร ระบายเปิดประตูระบายน้ำ 0.8 เมตร ที่ความชื้นฝน  $2.65 \times 10^{-3}$   $2.65 \times 10^{-4}$  และ  $2.65 \times 10^{-6}$  เมตร/นาที่ พบว่าแบบจำลองการป้องกันน้ำท่วมที่ทำการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแบบจำลองเพื่อป้องกันเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังได้

**Thesis Title** Modelling of Flood Distribution in Ladkrabang District.  
**Student** Mr. Teerachai Larsar  
**Thesis Advisor** Asst.Prof.Dr. Pachernchai Chaiyasith  
**Thesis Co-advisor** Dr. Stanislav Makhanov, Dr. Jochen Amrehn.  
**Level of study** Master of Science in Applied Chemistry  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang  
**Year** 1998

### Abstract

Ladkrabang District, which located in the eastern part of Bangkok, consists of several important territories such as Ladkrabang Industrial Estate, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Inland Container Depot (ICD) and Nong Ngu Hao International Airport project. With its low gradient and annual heavy tropical rainfall (1.20-1.50 mm/hr), it causes high flood level in a wet season. This leads to agricultural, industrial, economic and transportation problem.

This research introduces the Modelling of Flood Distribution in Ladkrabang district call System III. Based on a cell type model, ordinary difference equation by Runge-Kutta and Mathcad 6.0+ software, it use input data comprised initial water level, Gate regulator, pumping rate, location of pumping station and Ladkrabang geography as prerequisite conditions. These are compared with CUFLOMM, System I, canal flood management model in Russia Federal, System II. We found the average relative error of water level about 0.029 % at  $\alpha$  1,200  $\text{min}^{-1}$  and 0.062 % at  $\alpha$  30,000  $\text{min}^{-1}$  respectively. Together with the Modelling of Flood Distribution in Ladkrabang district, we also study the effective of pumping rate 5.0, 16.0, 33.0, 112.0, 166.0, 222.0, 548.0, 820.0 and 1094.0  $\text{m}^3/\text{min}$ . And design configuration of Gate regulator 1 channel, 6 meters high, 0.8 meter wide, with rainfall intensity  $2.65 \times 10^{-3}$ ,  $2.65 \times 10^{-4}$  and  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. In conclusion, it is possible to use our simulation of flood protection as the flood protection model in Ladkrabang district.

## กิตติกรรมประกาศ

ผลพวงแห่งความสำเร็จของวิทยานิพนธ์และการศึกษาของข้าพเจ้าเกิดขึ้นได้เพราะมีพื้นฐานด้านความคิด ความเข้าใจ การสนับสนุน และอุปถัมภ์ จากคุณพ่อและคุณแม่ที่มุ่งมั่นอบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้ามีโอกาสทางการศึกษาและสังคมมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ศศ.ดร.เพชฌัญชัย ไชยสิทธิ์ ซึ่งเป็นบุคคลที่ให้โอกาสให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาอย่างใกล้ชิดแก่ข้าพเจ้าด้วยดีมาตั้งแต่เริ่มต้น อาจารย์เป็นบุคคลที่ทำให้ข้าพเจ้ามีแรงบันดาลใจในการทำงานให้สัมฤทธิ์ผลในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ Dr.Stanislav S.Makhanov ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะและร่วมแสดงความคิดเห็นด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ Dr.Jochen Amrehn ซึ่งเป็นบุคคลที่มีมุมมองในการปรับปรุงและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ทรงวุฒิ แสงจันทร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ยืมเครื่องมือวัดอัตราการความเร็วกระแสน้ำ

ขอขอบคุณ สำนักงานเขตลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ยืมเรือหางยาวและพื้นที่เจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาเคมีที่ได้ออกเอกสารราชการเพื่อติดต่อกับหน่วยงานราชการต่างๆ

สุดท้ายขอขอบคุณ คุณศิริกนก ประสิทธิ์โชคกุล ที่ได้ตรวจสอบตัวอักษรและคอยถามถึงความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์เสมอมา ตลอดจนเพื่อนๆน้องๆที่คอยไปมาหาสู่กันทุกคน

ธีรชัย ลาธา

## III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XII

### บทที่

#### 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4

#### 2 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่เขตลาดกระบัง

2.1 ลักษณะทางภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา.....	5
2.2 การคมนาคม.....	6
2.3 การขยายตัวของพื้นที่ในเขตลาดกระบัง.....	11
2.4 ลักษณะภูมิอากาศ.....	11
2.5 ลักษณะฝน.....	12

#### 3 แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

3.1 หลักการของแบบจำลอง.....	20
3.2 ทฤษฎีพื้นฐานและการคำนวณ.....	23

### IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 เนื้อหาของการระบายน้ำ.....	31
3.3.1 กรณีน้ำในคลองไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก(gravity flow).....	31
3.3.2 กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ i.....	31
3.3.3 กรณีติดตั้งประตูระบายน้ำระหว่างปมที่ i .....	32
3.3.4 อัตราการไหลกรณีมีฝนตกในพื้นที่ศึกษา.....	33
3.4 การจำลองสภาพทางกายภาพ.....	34
3.5 วิธีกรใช้แบบจำลอง.....	35
3.5.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	35
3.5.2 การกำหนดช่วงเวลา(Time interval).....	36
3.5.3 การกำหนดปมและสาขา .....	36
3.6 ข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลอง.....	38
3.7 วิธีประมวลผลข้อมูลทางชลศาสตร์.....	40
3.7.1 การรวมปริมาณน้ำ.....	40
3.7.2 ช่องการไหลแบบเปิด(Open channel flow).....	40
3.8 อุปกรณ์.....	40
3.9 การแสดงผล.....	40
3.10 การเปรียบเทียบและการทดสอบแบบจำลอง.....	43
4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การเปรียบเทียบค่าตัวแปรของแบบจำลองที่นำเสนอ.....	44
4.1.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย(Chulalongkorn University Flood Management Model) CUFLOMM หรือระบบที่ I .....	44
4.1.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลการระบายน้ำของ คลองในประเทศไทย หรือระบบที่ II โดยโปรแกรม Mathcad6.0+ .....	51

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่

หน้า

4.2 ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำของแบบจำลองการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง[Modelling of flood distribution in Ladkrabang District] หรือระบบที่ III ในโปรแกรม Mathcad6.0+.....	55
4.3 การหาค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+.....	59
4.4 ผลลัพธ์การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+.....	60
4.4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 และวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 .....	60
4.4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-3}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	62
4.4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	64
4.4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	65
4.4.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-3}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19.....	67
4.4.6 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19.....	68

## VI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4.7 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปัมที่ 9 15 16 17 18 และ 19.....	70
4.4.8 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-3}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปัมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปัมที่ 9.....	71
4.4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปัมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปัมที่ 9.....	73
4.4.10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปัมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปัมที่ 9.....	75
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าตัวแปรของแบบจำลองที่เสนอ .....	77
5.2 สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองเหตุการณ์กระจายน้ำท่วมใน พื้นที่เขตลาดกระบัง.....	77
เอกสารอ้างอิง.....	83
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก ข้อมูลแบบจำลองการจัดการน้ำท่วมของ CUFLOMM หรือระบบที่ I ในโปรแกรม Mathcad6.0+.....	86
ภาคผนวก ข ข้อมูลแบบจำลองการระบายน้ำของคลองในประเทศ รัสเซีย หรือระบบที่ II ในโปรแกรม Mathcad6.0+ .....	99

## VII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก	แสดงอัตราสัดส่วน $\alpha_1 / \alpha_2$ ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา เขตลาดกระบังในโปรแกรม Mathcad6.0+.....	108
ภาคผนวก ง	แนวทางการดำเนินการแก้ไขป้องกันน้ำท่วมในอนาคต ของกรุงเทพมหานคร.....	116
ภาคผนวก จ	แสดงอัตราเร็วกระแสที่วัดจากภาคสนามของปม ต่างๆในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.....	120
ภาคผนวก ฉ	แสดงคู่มือการใช้งานเครื่องมือวัดอัตราการไหลของ กระแสน้ำ[Current velocity meter].....	122
ภาคผนวก ช	ข้อมูลผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วม ในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III โดยโปรแกรม Mathcad6.0+.....	129
ภาคผนวก ซ	แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม Mathcad6.0+ โดยอาศัยสมการเชิง อนุพันธ์สามัญ(Ordinary Differential Equation) วิธี Runge-Kutta .....	237
ประวัติผู้เขียน.....		243

## VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 รายชื่อคลองและลำรางในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง.....	7
2 แสดงสถิติของปริมาณน้ำฝนต่อปี(มิลลิเมตร)จากสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ.....	12
3 แสดงค่าระดับพื้นที่ที่ทำการศึกษา.....	16
4 ผังแสดงวิธีการใช้แบบจำลองในการควบคุมจัดการน้ำท่วม.....	42
5 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลอง การจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือระบบที่ I .....	46
6 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I ในโปรแกรม Mathcad6.0+.....	47
7 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลอง การระบายน้ำของคลองในประเทศรัสเซีย หรือระบบที่ II .....	52
8 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการระบายน้ำของคลองในประเทศรัสเซียหรือ ระบบที่ II ใน โปรแกรม Mathcad6.0+.....	53
9 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลองการกระจาย น้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III .....	58
10 ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพการระบายน้ำเมื่อ วันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540.....	61
11 ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพการระบายน้ำเมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.....	61
12 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-3}$ m/min ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสม $1.5 \text{ min}^{-1}$ กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่ ที่เขตลาดกระบัง.....	63

## IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

<p>13 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-4}</math> m/min ที่ค่าอัลฟา(<math>\alpha</math>) ที่เหมาะสม <math>1.5 \text{ min}^{-1}</math> กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอก พื้นที่เขตลาดกระบัง.....</p>	65
<p>14 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-6}</math> m/min ที่ค่าอัลฟา(<math>\alpha</math>) ที่เหมาะสม <math>1.5 \text{ min}^{-1}</math> กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอก พื้นที่เขตลาดกระบัง.....</p>	66
<p>15 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19.....</p>	68
<p>16 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-4}</math> m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19.....</p>	69
<p>17 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-6}</math> m/min กรณีมีติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 .....</p>	71
<p>18 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9 .....</p>	73

## สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตุนระบายน้ำปมที่ 9 .....74	
20 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่ เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตุนระบายน้ำปมที่ 9 .....76	
จ.21 แนวทางการดำเนินการแก้ไขและป้องกันน้ำท่วมในอนาคตของพื้นที่ กรุงเทพมหานคร.....117	
จ.22 แผนติดตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของ เขตลาดกระบังปี 2539 .....119	
จ.23 อัตราความเร็วกระแสน้ำวัดจากภาคสนามของปมต่างๆในพื้นที่ ศึกษาวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ 2540 .....121	

## สารบัญภาพ

	หน้า
1 แสดงแนวคันกันน้ำและคลองในพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	9
2 ลักษณะและรูปแบบฝนปกติ.....	13
3 แสดงเครื่องมือวัดอัตราการไหลของกระแส น้ำ.....	13
4 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาที่โครงสร้างตลิ่ง 2 ข้างเป็นคอนกรีต.....	14
5 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาที่โครงสร้างตลิ่ง 2 ข้างเป็นคันดิน.....	14
6 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาปกคลุมด้วยวัชพืช.....	15
7 แสดงประตูละบายน้ำลาดกระบัง.....	15
8 แสดงอาณาเขตติดต่อและตำแหน่งของปมในพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	21
9 ผังแสดงระบบระบายน้ำของพื้นที่เขตลาดกระบัง.....	22
10 แบบจำลองพื้นที่หน้าตัดคลองทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	27
11 แสดงทิศทางการไหลของน้ำจากปม $i$ ไปสู่อปม $j$ .....	31
12 แสดงทิศทางการไหลของน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ $i$ .....	31
13 แสดงทิศทางการไหลของน้ำเมื่อมีประตูละบายน้ำกั้นระหว่างปมที่ $i$ .....	32
14 แสดงเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการระบายน้ำในพื้นที่ศึกษา.....	43
15 แสดงลำดับและตำแหน่งของปมในแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I.....	45
16 แสดงระดับน้ำในปมที่ 8 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	48
17 แสดงระดับน้ำในปมที่ 9 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	48
18 แสดงระดับน้ำในปมที่ 11 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	49
19 แสดงระดับน้ำในปมที่ 12 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	49
20 แสดงระดับน้ำในปมที่ 13 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	50

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

21 แสดงระดับน้ำในปมที่ 14 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	50
22 แสดงระดับน้ำในปมที่ 15 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ จากข้อมูลของ CUFLOMM .....	51
23 แสดงลำดับและตำแหน่งของปมในแบบจำลองคลองในประเทศศรีสเทีย หรือระบบที่ II .....	52
24 แสดงระดับน้ำในปมที่ 3 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ ข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศศรีสเทีย .....	54
25 แสดงระดับน้ำในปมที่ 5 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ ข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศศรีสเทีย .....	54
26 แสดงระดับน้ำในปมที่ 7 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและ ข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศศรีสเทีย .....	55
27 ค่าความเข้มข้นของพื้นที่เขตลาดกระบังระหว่างปี พ.ศ. 2495-2539.....	57
28 ค่าความผิดพลาดของระดับน้ำที่หาได้จากอัตราสัดส่วน $\alpha_1 / \alpha_2$ .....	57
29 ระดับน้ำในแต่ละปมเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 และวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 หรือระบบที่ III .....	62
ก.30 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษาแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I .....	87
ก.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆกับเวลา ในพื้นที่ศึกษาของ CUFLOMM หรือระบบที่ I .....	93
ข.32 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษากองใน ประเทศศรีสเทีย หรือระบบที่ II .....	100
ข.33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปม ต่างๆกับเวลา ในพื้นที่ศึกษาของคลองในประเทศศรีสเทีย หรือระบบที่ II .....	102
ข.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ และระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมที่ 3 ของพื้นที่ศึกษา หรือ ระบบที่ II .....	106

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

<p>ข.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ และระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมที่ 5 ของพื้นที่ศึกษา หรือระบบที่ II .....</p>	106
<p>ข.36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ และระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมที่ 7 ของพื้นที่ศึกษา หรือระบบที่ II .....</p>	107
<p>ค.37 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III .....</p>	109
<p>ค.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมศูนย์กลาง กับเวลา ในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III .....</p>	114
<p>ช.39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆ กับเวลาในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว.....</p>	135
<p>ช.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆ กับเวลาในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว .....</p>	144
<p>ช.41 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1.....</p>	154
<p>ช.42 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลายเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 .....</p>	154
<p>ช.43 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....</p>	156

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.44 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....156
- ช.45 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....158
- ช.46 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....158
- ช.47 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1.....160
- ช.48 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1.....160
- ช.49 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....162
- ช.50 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....162
- ช.51 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....164

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.52 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....164
- ช.53 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1 .....166
- ช.54 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1.....166
- ช.55 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....168
- ช.56 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3.....168
- ช.57 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....170
- ช.58 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6.....170
- ช.59 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปัจจัยลดทอน  
เท่ากับ 0.1 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$  .....178

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.60 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min .....178
- ช.61 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min .....179
- ช.62 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min .....181
- ช.63 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min .....181
- ช.64 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min.....182
- ช.65 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราการลำเลียงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min .....184

## XVII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.66 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min .....184
- ช.67 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min.....185
- ช.68 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min .....187
- ช.69 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min .....187
- ช.70 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min.....188
- ช.71 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราการลำการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 166.00 m<sup>3</sup>/min .....190

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ช.72	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 166.00 m <sup>3</sup> /min .....190
ช.73	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาปมติดตั้ง เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 166.00 m <sup>3</sup> /min .....191
ช.74	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00 m <sup>3</sup> /min .....193
ช.75	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00 m <sup>3</sup> /min .....193
ช.76	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00 m <sup>3</sup> /min .....194
ช.77	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00 m <sup>3</sup> /min .....196

## XIX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

ช.78 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00 m <sup>3</sup> /min .....	196
ช.79 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00 m <sup>3</sup> /min .....	197
ช.80 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 16.00 m <sup>3</sup> /min .....	199
ช.81 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 16.00 m <sup>3</sup> /min .....	199
ช.82 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 16.00 m <sup>3</sup> /min .....	200
ช.83 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปล่อยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 33.00 m <sup>3</sup> /min .....	202

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ช.84 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$ .....	202
ช.85 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง เครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-6}$ m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.6 อัตราระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$ .....	203
ช.86 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-3}$ m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.1 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$ ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....	210
ช.87 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-3}$ m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.1 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$ ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....	210
ช.88 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ และประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-3}$ m/min ปังจยลคทอน เท่ากับ 0.1 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$ ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....	211

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

<p>ช.89 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ัจจยลคทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....</p>	213
<p>ช.90 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ัจจยลคทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....</p>	213
<p>ช.91 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่อง สูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ัจจยลคทอน เท่ากับ 0.3 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....</p>	214
<p>ช.92 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ัจจยลคทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....</p>	216
<p>ช.93 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน <math>2.65 \times 10^{-3}</math> m/min ัจจยลคทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....</p>	216

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.94 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำและประตูระบายน้ำ, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min  
ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  
 $1094.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....217
- ช.95 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....219
- ช.96 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....219
- ช.97 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำและประตูระบายน้ำ, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min  
ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  
 $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....220
- ช.98 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราการกำลัการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....222

## XXIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.99 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปังจยลตทอน เท่ากับ 0.3  
อัตราค่าลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 166.00 m<sup>3</sup>/min  
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....222
- ช.100 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min  
ปังจยลตทอน เท่ากับ 0.3 อัตราค่าลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  
166.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....223
- ช.101 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปังจยลตทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราค่าลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00 m<sup>3</sup>/min  
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....225
- ช.102 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ปังจยลตทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราค่าลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00 m<sup>3</sup>/min  
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....225
- ช.103 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min  
ปังจยลตทอน เท่ากับ 0.6 อัตราค่าลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 222.00  
m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....226

## สารบัญญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.104 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min piegelลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการระบายของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....228
- ช.105 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min piegelลดทอน เท่ากับ 0.1  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....228
- ช.106 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min  
piegelลดทอน เท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....229
- ช.107 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min piegelลดทอน เท่ากับ 0.3  
อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....231
- ช.108 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min piegelลดทอน เท่ากับ 0.3  
อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....231

## สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

- ช.109 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min  
ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3, อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....232
- ช.110 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....234
- ช.111 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี  
ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$   
ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....234
- ช.112 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมติดตั้ง  
เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min  
ปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  
 $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m .....235

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังและฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งด้านการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม คมนาคม การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม ลักษณะน้ำท่วมในเขตลาคกระบังมีลักษณะเป็นน้ำท่วมขัง อันเนื่องมาจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบกว้างและราบลุ่มต่ำอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 0.50-1.30 เมตร [1]. นอกจากนี้พื้นที่เขตลาคกระบังยังต้องประสบกับปัญหาจากน้ำเหนือหลากในปลายฤดูฝน น้ำทะเลหนุนและแผ่นดินทรุดอีกด้วย ฉะนั้นเมื่อเกิดฝนตกหนักเป็นเวลาหลายชั่วโมงจะก่อให้เกิดน้ำท่วมขังในบริเวณพื้นที่เขตลาคกระบังอย่างรุนแรง ในการจัดการและควบคุมปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมาตรการลดปริมาณน้ำและระบายน้ำท่วมในเขตพื้นที่เฉพาะเจาะจงนั้นต้องคำนึงถึงปัญหาในหลายๆด้านประกอบกันเพราะการแก้ปัญหาหนึ่งไม่เพียงแต่ต้องมีระบบการระบายน้ำที่ดีและมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังต้องมีการวางแผนการจัดการน้ำหรือแผนการระบายน้ำที่ดีและสอดคล้องกันทั้งระบบอีกด้วย จึงจะบรรเทาปัญหาด้านอุทกภัยให้น้อยลงได้ ในปัจจุบันได้มีการนำแผนการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพมาใช้มากขึ้น เช่น โครงการตามพระราชดำริแก้มลิงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งใช้ระบบการระบายน้ำจากกรุงเทพมหานครชั้นในมาสู่แหล่งรองรับน้ำเพื่อชะลออัตราการไหลของน้ำให้น้อยลง แต่ปัญหาในอดีตอันเนื่องมาจากความซับซ้อนของระบบการระบายน้ำประกอบด้วยปัญหาทางด้านสังคม การเมือง สุขภาพอนามัย และการประชาสัมพันธ์ จึงทำให้แผนการจัดการน้ำท่วมไม่ได้ผลเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากการสูบน้ำจากบริเวณหนึ่งแต่กลับไปก่อปัญหาให้อีกบริเวณหนึ่งหรือบริเวณทางผ่านของน้ำทำให้เกิดความขัดแย้งความเสียหาย และสร้างความไม่พอใจแก่ประชาชน ฉะนั้นการวางแผนการจัดการน้ำที่ดีและรัดกุมควรจะมีการพัฒนาปรับปรุงชุดลอกคลอง ลำราง ท่อระบายน้ำหรือโครงการสร้างประตูลดน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ตลอดจนมีการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียดจากบุคลากรที่มีความชำนาญในหลายๆด้านเช่น ชลศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมแหล่งน้ำ เคมีสิ่งแวดล้อม และการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยอาศัยหลักคณิตศาสตร์เชิงตัวเลขขั้นพื้นฐานของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary Differential Equation) วิธีรุงเง-กุตตา(Runge-Kutta)[2] โดยการกำหนดเงื่อนไขที่จุดเริ่มต้นของระดับน้ำในคลอง ความลึกของก้นคลอง ความยาวความกว้างของคลอง ความลึกของน้ำ และความสามารถในการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ ภายใต้เงื่อนไขที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหรือประตูระบายน้ำ ณ จุดต่างๆที่สามารถระบายน้ำในคลองให้ออกจากพื้นที่มากที่สุดเพื่อทำให้ระดับน้ำในคลองลดระดับลงมาจนกระทั่งไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมซ้ำ การนำเสนอการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังนี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีป้องกันและแผนจัดการน้ำท่วมโดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Mathcad6.0+ ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองมีส่วนสำคัญมากในการช่วยตัดสินใจในการระบายน้ำขณะที่เกิดฝนตกหนักหรือพายุในพื้นที่เขตลาดกระบัง รวมทั้งการผันน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำและหรือการระบายน้ำด้วยประตูระบายน้ำจากบริเวณที่ถูกน้ำท่วมลงสู่ลำคลองหลักและสาขา โดยให้เกิดความเสียหายในบริเวณพื้นที่ที่เป็นเขตชุมชน เขตเศรษฐกิจ เขตอุตสาหกรรม และเขตเกษตรกรรมให้น้อยที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ในการศึกษาปัญหาที่เกี่ยวกับน้ำท่วมซ้ำในพื้นที่เขตลาดกระบัง
2. เพื่อทำการวางแผนและประเมินความสามารถของแบบจำลองระบายน้ำในพื้นที่ของลำคลองหลักและสาขาในกรณีที่เกิดน้ำท่วมและหรือฝนตกในระยะเวลาสั้นๆ เช่น 1-2 ชั่วโมงโดยมีการระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำและเครื่องสูบน้ำ
3. เพื่อจัดสร้างแบบจำลองสำหรับใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการระบายน้ำและหามาตรการลดผลกระทบขณะเกิดฝนตกหนัก

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังนี้เสมือนเป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างเครื่องมือเพื่อช่วยในการตัดสินใจระบายน้ำท่วมซ้ำในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยแบบจำลองจะคำนึงถึงความเข้มฝนที่ตกในพื้นที่ทำการศึกษาเท่านั้น เช่น ขณะเกิดฝนตกหนักแบบจำลองต้องการเฉพาะปริมาณความเข้มฝนที่ตกในพื้นที่ที่ศึกษาต่อระยะเวลา เป็นต้น โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นาเบไซบระยะขึ้นด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือพื้นที่เขตลาดกระบังทั้งหมด ทิศเหนือสิ้นสุดที่ลำรางตาดี ลำรางมะขาม ลำแขกพะอง ทิศใต้ สิ้นสุดที่รอยต่อระหว่างเขตลาดกระบังกับเขตอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทิศตะวันตก สิ้นสุดที่ประตูระบายน้ำเขตลาดกระบังและตลอดแนวคลองสาม ทิศตะวันออกสิ้นสุดที่แนวคลอง หลวงแพ่งและลำรางตาอิน พื้นที่ทำการศึกษาทั้งหมดครอบคลุมพื้นที่ 123.859 ตารางกิโลเมตร [3] จากการพิจารณาปริมาณความเข้มข้นที่แตกต่างกันที่ตกในช่วงระยะเวลาเดียวกันจะส่งผลกระทบต่อสภาพน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังที่แตกต่างกันไป ดังนั้นข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการคำนวณของโปรแกรม Mathcad6.0+ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา น้ำท่วมได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้มีขอบเขตจำกัดของการศึกษาดังนี้

-ปริมาณน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่เขตลาดกระบังทั้งหมดจะพิจารณาจากปริมาณความเข้มข้นที่ตกในพื้นที่ที่ศึกษาเท่านั้น โดยข้อมูลปริมาณความเข้มข้นน้ำฝนได้มาจากสถานีวัดน้ำฝน เขตลาดกระบัง

-การทำให้ระดับน้ำในคลองลดลงในแต่ละปม(Node) ทำได้โดยการพิจารณาจากกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและหรือประตูระบายน้ำ เพื่อให้ได้ค่าของระดับน้ำที่เหมาะสมที่สุด

-พื้นที่รองรับปริมาณน้ำท่วมขัง ในเขตพื้นที่ศึกษาจะพิจารณาเฉพาะพื้นที่ของคลองและลำรางเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาพื้นที่ราบ

-รูปร่างของคลองเป็นทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ส่วนแผนการดำเนินงานของโครงการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังแบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะทดสอบแบบจำลองและระยะการประยุกต์ใช้แบบจำลองกับข้อมูลจากพื้นที่จริง ถึงแม้แบบจำลองนี้จะเป็นการศึกษาทางทฤษฎีโดยอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ก็ตามแต่ข้อมูลที่ได้ออกมาก็เป็นข้อมูลที่ผู้มีส่วนที่รับผิดชอบและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมในพื้นที่จริงได้

#### 1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการจัดทำแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้ได้เริ่มรวบรวมข้อมูลที่เป็นปฐมภูมิและทุติยภูมิ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2539 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะใช้แบบจำลองช่วยในการระบายน้ำท่วมขังในพื้นที่เขตลาดกระบังที่มีปัญหาเรื้อรังมานาน ดังนั้นขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รวบรวมข้อมูลและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางธรรมชาติของพื้นที่คลองในเขตลาดกระบัง โดยทำการถ่ายภาพ วัดค่าระดับน้ำ วัดค่าความลึกความกว้างของคลอง วัดค่าความเร็วของกระแส น้ำ เป็นต้น

2. ศึกษาเอกสารของหน่วยงานราชการที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำในพื้นที่กรุงเทพมหานครและฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร เพื่อให้เข้าใจและรู้ข้อเท็จจริงของปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ที่ทำการศึกษา เช่น ข้อมูลจากสำนักการระบายน้ำ กองจัดสรรน้ำ กรมชลประทาน สำนักงานเขตลาดกระบัง เป็นต้น

3. การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) และทดสอบแบบจำลอง (Validation) โดยอาศัยข้อมูลจากโครงการแบบจำลองการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหรือ CUFLOMM [4] ในที่นี้เรียกว่า ระบบที่ I (System I) และข้อมูลการป้องกันน้ำท่วมในคลองของประเทศไทย [5] ในที่นี้เรียกว่า ระบบที่ II (System II) เป็นข้อมูลสำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง ถ้าแบบจำลองที่เสนอให้ผลการคำนวณตรงกับสองแบบจำลองดังกล่าวแล้วก็เป็นการยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองและสามารถที่จะนำมาใช้ทดสอบความถูกต้องอีกทีโดยการคำนวณจากข้อมูลทางชลศาสตร์ของเขตลาดกระบังและเปรียบเทียบผลกับข้อมูลที่วัดได้จริง

4. เสนอแบบจำลองการระบายน้ำของเขตลาดกระบัง โดยการป้อนข้อมูลของพื้นที่ที่ศึกษาจริงของเขตลาดกระบังลงในแบบจำลอง โดยพิจารณาทั้งกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ประตูระบายน้ำและการไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกในสภาวะที่มีความเข้มข้นที่ตกจริงและความเข้มข้นออกแบบต่างๆกัน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

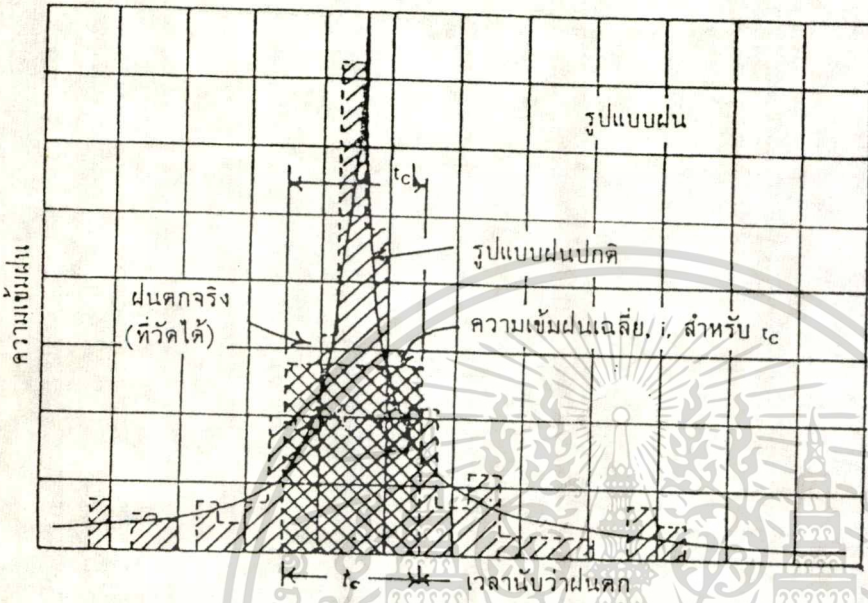
1. ได้แบบจำลองการระบายน้ำของเขตลาดกระบังที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการระบายน้ำจากพื้นที่เขตลาดกระบังได้จริง
2. ได้ข้อมูลในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เพื่อที่จะระบายน้ำให้ได้ปริมาณมากและใช้เวลาน้อยที่สุด
3. ได้ข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการป้องกันและลดความเสียหายทางด้านการเกษตร เศรษฐกิจ และสังคม ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่น้ำท่วมขังได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
4. ช่วยทำให้หน่วยงานราชการในเขตลาดกระบังที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการระบายน้ำสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีระบบและประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

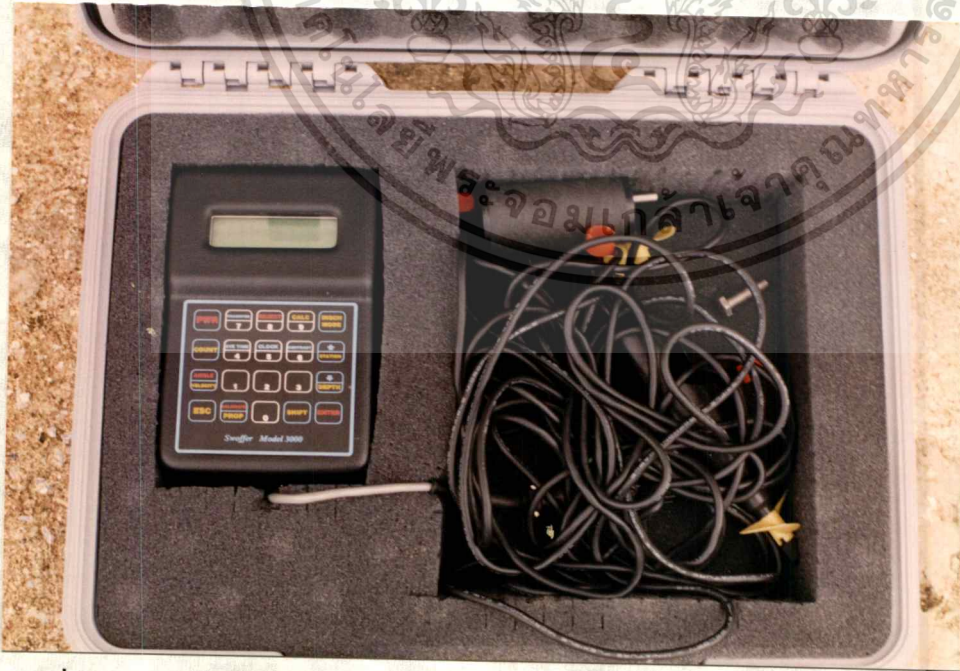
ตารางที่ 1 รายชื่อคลองและลำรางในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง[3]

ลำดับที่	ชื่อคลองและลำราง	ความยาว(m)	ความกว้าง(m)	ประเภทของคลอง
1	คลองประเวศบุรีรมย์	16,500	30	คลองชลประทาน
2	คลองลาดบัวขาว	2,000	20	”
3	คลองหนึ่ง	3,500	20	”
4	คลองสอง	6,000	20	”
5	คลองสาม	5,500	20	”
6	คลองสี่	6,500	20	”
7	คลองลำปลาทิว	6,000	20	”
8	คลองหัวตะเข้	9,000	20	”
9	คลองหลวงแพ่ง	5,000	30	”
10	คลองพระยาพิชัย	850	20	”
11	คลองลาดกระบัง	1,000	20	”
12	คลองจรเข้น้อย	850	20	”
13	คลองลัดท้ายขาว	2,000	12	”
14	คลองท้ายขาว	5,500	20	คลองธรรมชาติ
15	คลองหนองตระกร้า	850	15	”
16	คลองหนองปรือ	800	15	”
17	คลองลำอ้ายแบน	4,500	20	”
18	คลองลำหลุมบัว	3,500	20	”
19	คลองมอญ	5,000	20	”
20	คลองเจ๊ก	5,000	15	”
21	คลองลำพะอง	2,000	30	”
22	คลองลำกอไผ่	2,000	15	”
23	คลองลำพุทธา	2,500	10	”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ลักษณะและรูปแบบของฝาประเภท



ภาพที่ 3 แสดงเครื่องมือวัดอัตราการไหลของกระแสน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาที่โครงสร้างตลิ่ง 2 ข้างเป็นคอนกรีต



ภาพที่ 5 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาที่โครงสร้างตลิ่ง 2 ข้างเป็นคันดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงคลองในพื้นที่ศึกษาปกคลุมด้วยวัชพืช



ภาพที่ 7 แสดงประตูระบายน้ำลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงค่าระดับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.	I.F.S.	หมายเหตุ
B.M	0.370	2.361	-	1.991	-	ข้างโรงฝึกงานโยธา
T.P.1	1.290	2.551	1.100	1.261	-	ประตูเก่าทางเข้าคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
T.P.2	1.305	2.146	1.710	0.841	-	โค้งถนนบริเวณคณะเทคโนโลยีเกษตร
T.P.3	1.140	2.166	1.120	1.026	1.385	หน้าศาลเจ้าคุณฯ
T.P.4	1.325	2.521	0.970	1.196	-	แยกทางเข้าภาคอุตสาหกรรมเกษตร
T.P.5	1.405	2.476	1.450	1.071	1.380	สถานีรถไฟหัวตะเข้
T.P.6	1.415	2.531	1.360	1.116	-	หน้าประตูทางเข้าโรงเรียนพรตฯ
T.P.7	1.295	2.646	1.180	1.351	1.645	ถนนหน้าสนามกีฬาโรงเรียนพรตฯ
T.P.8	1.075	2.371	1.350	1.296	0.495	ถนนหน้าทางเข้าวิทยาลัยช่างศิลป์
T.P.9	1.756	2.878	1.249	1.122	-	โรงเรียนอนุบาลศึกษาพัฒนา
T.P.10	1.405	2.918	1.365	1.513	1.789	ทางเดินห่างจากคลองประเวศน์ 71.2ม.
-	-	-	-	-	1.500	ทางเดินหมู่บ้านข้างวิทยาลัยช่างศิลป์
T.P.11	-	-	1.655	1.263	-	
T.P.12	1.090	2.361	1.145	1.27	-	สี่แยกทางเข้าหอสมุดกลางสถาบันฯ
T.P.13	1.189	2.385	1.165	1.196	-	ถนนด้านหน้าคณะวิทยาศาสตร์

: หน่วยเป็นเมตร

นิยามต่างๆ[9]

1. Back Sight(B.S) หมายถึง Staff ที่ส่องได้ครั้งแรกหลังจากที่ตั้งกล้องเสร็จแล้ว ส่วนมากจะตั้งอยู่บน BMหรือจุดที่ทราบค่าระดับแล้ว

2. Fore Sight(F.S) หมายถึง Staff ที่ส่องครั้งสุดท้ายที่จะย้ายกล้อง ส่วนมาก Staff จะตั้งบนจุดที่มั่นคงที่ต้องการทราบค่าระดับ

3. Hight of Instrument(H.I) หมายถึงระดับของแนวแกนกล้องที่ได้ระดับแล้ว สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

4. Intermediate Foresight(I.F.S)เป็นค่า Staff ที่ส่องหลังจากที่ส่อง BS แล้ว

5. Elevation เป็นค่าระดับของพื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมการศึกษานานาชาติเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.	I.F.S.	หมายเหตุ
T.P.14	1.389	2.359	1.415	0.970	-	ถนนด้านหน้าสำนักวิจัยและบริการฯ
T.P.15	1.205	1.939	1.625	0.734	-	ถนนหน้าบ้านพักข้างคณะเทคโนโลยีฯ
T.P.16	0.865	2.259	0.545	1.394	-	คั่นกันน้ำแปลงเกษตร
T.P.17	2.495	3.469	1.285	0.974	-	ถนนทางเข้าสถานีดาวเทียม
T.P.18	-	-	0.888	2.581	2.859	ขอบถนนกทม.-ชลบุรีสายใหม่
T.P.19	1.320	2.889	1.265	1.569	-	ถนนหน้าสถานีรถไฟพระจอมเกล้าฯ
T.P.20	1.450	3.009	1.330	1.559	1.850	ถนนด้านหลังเข้ตึก 12 ชั้น
T.P.21	2.189	3.679	1.519	1.490	3.399	คอสะพานข้างคลองสี่
	-	-	-	-	3.275	ทุ่งหญ้าหน้าท่วมถึงริมคลองสี่
T.P.22	1.085	2.614	2.150	1.529	0.319	สามแยกเข้าโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา
T.P.23	-	-	1.155	1.459	-	ถนนข้างทางรถไฟด้านร.ร.วัดปลูกฯ
T.P.24	1.105	3.949	1.355	2.389	-	ถนนหน้าโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา
	-	-	1.490	2.064	-	ทางเดินริมคลองประเวศน์
T.P.25	1.680	3.139	-	-	2.305	ถนนข้างทางรถไฟ ร.ร.วัดปลูกฯ
	-	-	-	-	-	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศใต้
T.P.26	1.340	3.074	1.405	1.734	1.595	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศใต้
T.P.27	1.505	2.299	1.325	1.749	1.726	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศใต้
	-	-	-	-	-	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศเหนือ
T.P.28	0.808	2.459	0.648	1.651	1.736	ระดับทางรถไฟ
					1.962	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศเหนือ
T.P.29	1.108	2.332	1.235	1.224	2.100	ถนนข้างทางรถไฟด้านทิศใต้

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.	I.F.S.	หมายเหตุ
	-	-	-	-	1.995	ระดับทางเดินบ่อเลี้ยงปลา
T.P.30	1.110	2.447	0.995	1.337	2.380	ระดับทางรถไฟ
T.P.31	0.802	2.249	1.000	1.447	-	ระดับทางรถไฟ
T.P.32	-	-	1.165	1.084	-	ระดับถนนภายในหมู่บ้านร่วมใจฯ
T.P.33	0.585	2.912	0.080	2.327	-	ระดับทางรถไฟ
	-	-	-	-	1.910	ถนนหน้า ร.ร. ม.ศิลาภิรรัตน์ฯ
	-	-	-	-	3.930	ห้องคลองหน้าโรงเรียน
	-	-	-	-	3.690	ห้องคลองริมทางรถไฟด้านทิศเหนือ
	-	-	-	-	1.976	ถนนเข้าหมู่บ้านศิลาภิรรัตน์อุปถัมภ์
T.P.34	1.190	2.612	1.490	1.422	-	ระดับทางรถไฟ
T.P.35	1.500	2.737	1.375	1.237	-	ระดับทางรถไฟ
T.P.36	1.640	2.862	1.515	1.222	-	ขอบประตูระบายน้ำ
T.P.37	1.885	3.197	1.550	1.312	0.835	ขอบประตูระดับบ่าประตู
	-	-	-	-	1.974	ระดับรอยน้ำท่วมเดิมสูงสุด
	-	-	-	-	1.975	ถนนทางเข้าหมู่บ้านศิลาภิรรัตน์ฯ
	-	-	-	-	2.710	ฝั่งตรงข้ามทางรถไฟทิศเหนือ
	-	-	-	-	2.190	ระดับสะพานทางเดิน
T.P.38	1.480	2.402	2.275	0.992	-	ถนนร่วมเกล้าใกล้ถนนกทม-ชลบุรีฯ
T.P.39	1.825	2.367	1.860	0.542	1.423	ระดับถนนซอย 2/1
T.P.40	1.890	2.327	1.930	0.437	-	ระดับตอม่อสะพานข้ามคลองประเวศ
T.P.41	1.770	3.087	1.010	1.317	-	ถนนร่วมเกล้าใกล้สามแยกอ่อนนุช
T.P.42	1.555	2.572	2.070	1.017	-	ระดับถนนอ่อนนุชก่อสร้างใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม หากมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

Sta.	B.S.	H.I.	F.S.	Elev.	I.F.S.	หมายเหตุ
T.P.43	2.498	2.790	2.280	0.292	-	ระดับถนนอ่อนนุชระยะก่อสร้างใหม่
T.P.44	1.472	2.442	1.820	0.970	-	ถนนทางเข้าวัดลาดกระบัง
T.P.45	-	-	1.665	0.777	-	ระดับซอยที่ทำการแขวงลาดกระบัง
T.P.46	1.760	2.970	1.250	1.210	2.140	ระดับถนนอ่อนนุชระยะก่อสร้างใหม่
T.P.47	2.020	3.250	1.740	1.230	-	ระดับถนนอ่อนนุชระยะก่อสร้างใหม่
T.P.48	1.603	2.963	1.890	1.360	-	ระดับถนนอ่อนนุชระยะก่อสร้างใหม่
-	-	-	-	-	1.780	ระดับถนนซอยถวิลดี 2.
-	-	-	-	-	2.190	ซอยจันทร์ประสงค์
T.P.49	1.650	2.433	2.180	0.783	-	ซอยที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ 3.
T.P.50	1.450	2.583	1.300	1.133	-	ถนนหน้าทางเข้าซอยวัดปลุกศรัทธา
-	-	-	-	-	1.804	ซอยยายเจิม
-	-	-	-	-	2.210	ถนนฝั่งตรงข้ามซอยยายเจิม
T.P.51	1.500	2.598	1.485	1.098	-	ซอยสำนักงานชมรมผู้สูงอายุ
-	-	-	-	-	1.402	ซอยหมู่บ้านสุนทรเปรมฤทัย
T.P.52	1.485	2.349	1.734	0.864	1.950	ซอยหอพักชายคงสุข
-	-	-	-	-	2.085	ซอยหมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ 1.
T.P.53	1.671	2.425	1.595	0.754	-	ระดับทางเดินริมถนนอ่อนนุชใหม่
-	-	-	-	-	1.280	หมู่บ้านสินธรอ่อนนุช
-	-	-	-	-	1.557	ซอยข้างไปรษณีย์
T.P.54	2.344	2.989	1.780	0.645	-	ทางเข้าโรงสีเก่าริมคลองหนองปรือ
T.P.55	1.860	2.599	2.250	0.739	2.119	ซอยร้านพันธ์
-	-	-	-	-	2.138	ใต้สะพานข้ามคลองหนองปรือ
T.P.56	1.800	2.669	1.730	0.869	2.040	ระดับทางเดินเข้าหอพักชายชัยพฤกษ์
T.P.57	2.068	2.482	2.255	0.414	2.105	ระดับถนนเข้าซอยจินดา
T.P.58	1.550	2.747	1.285	1.197	-	ถนนอ่อนนุชก่อสร้างใหม่
T.P.59	1.485	2.397	1.835	0.912	-	ซอยทางลัดเข้าถนนบางนา-ตราด

## บทที่ 3

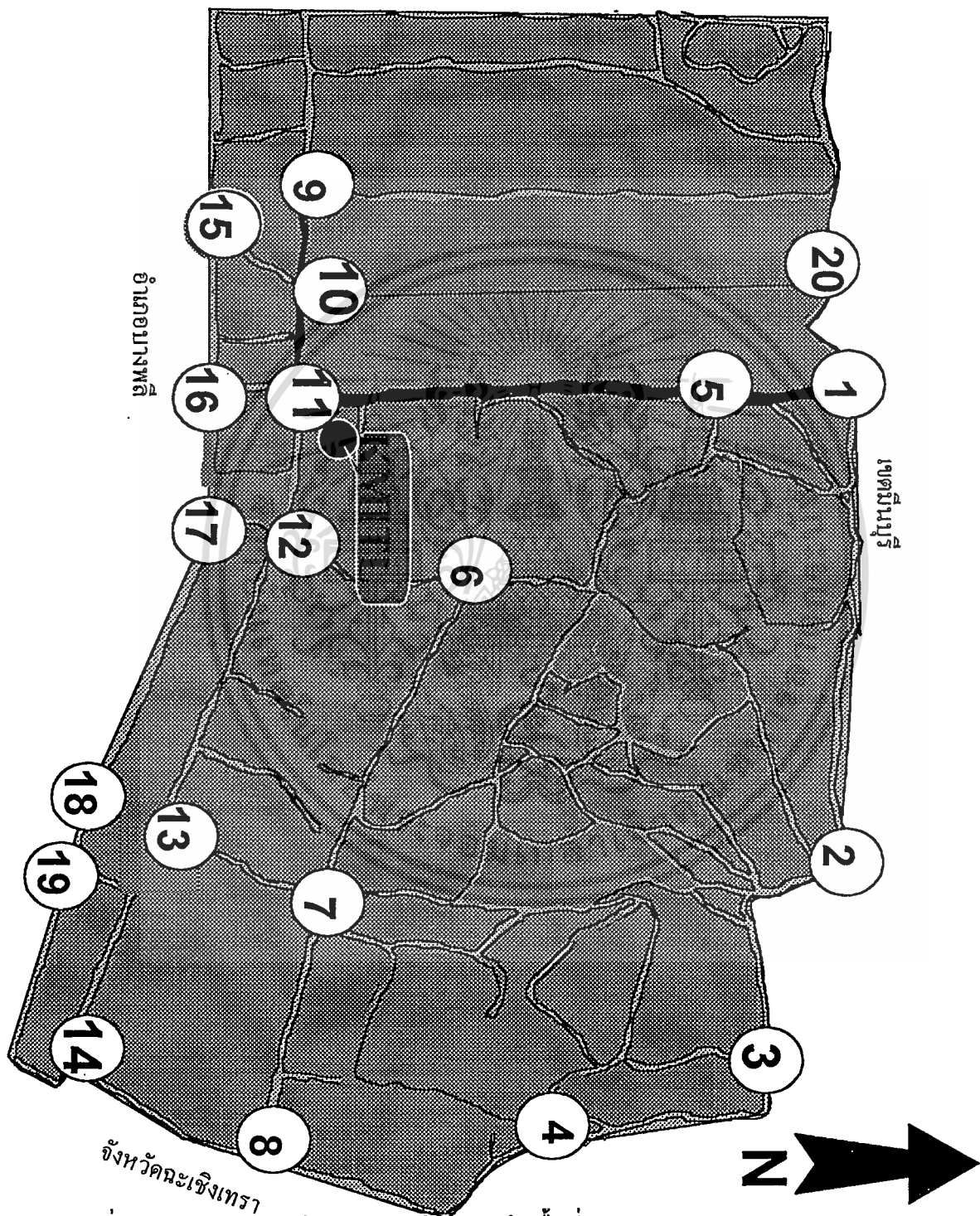
### แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

#### 3.1 หลักการของแบบจำลอง

ในการนำเสนอแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังได้อาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และหลักการทางชลศาสตร์มาวิเคราะห์เชิงตัวเลข(Numerical analysis)คำนวณผลโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Mathcad6.0+ โดยมีสมมุติฐานของแบบจำลองเป็นดังนี้

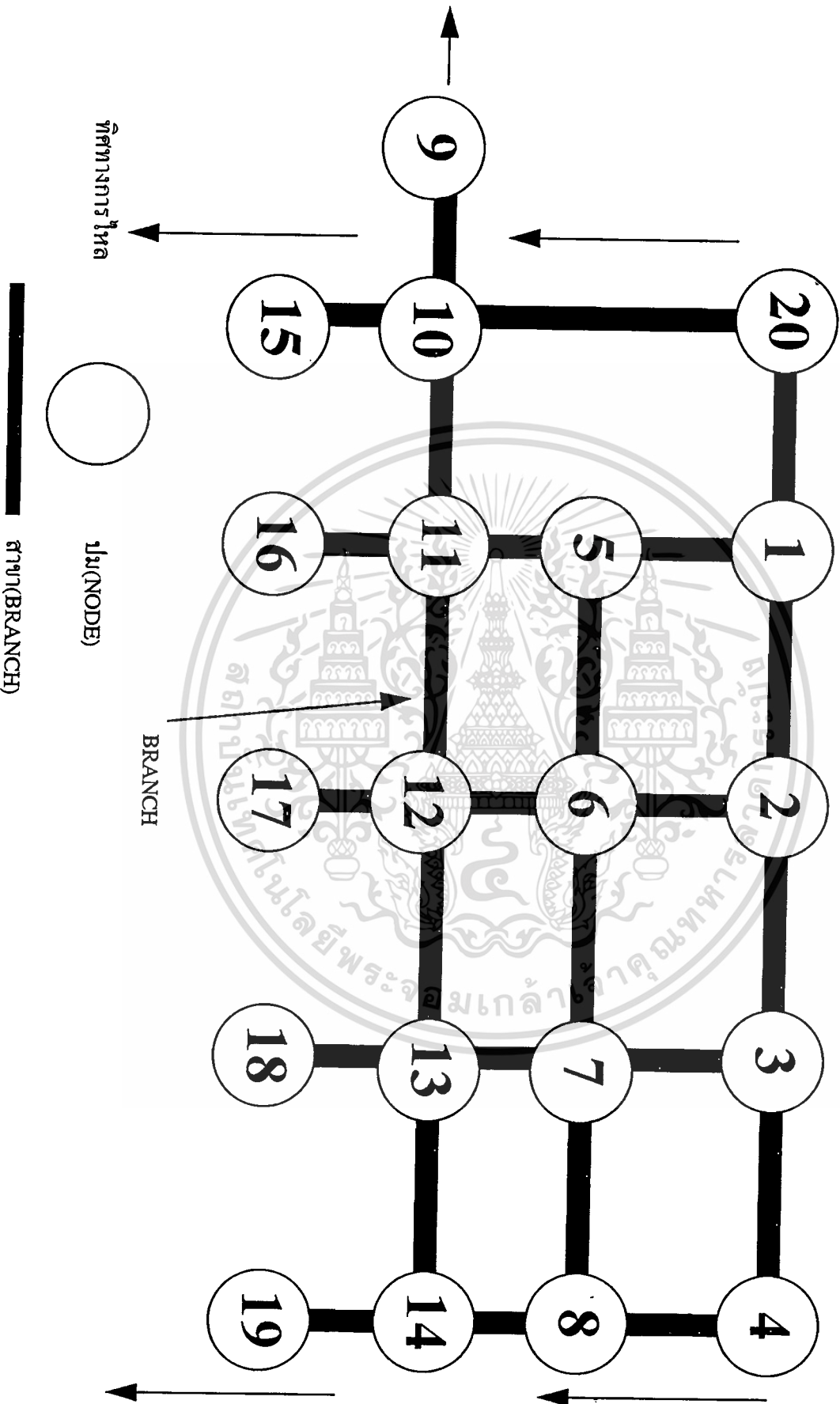
- 1.จัดแบ่งคลองทั้งหมด 46 คลองออกเป็นปมทั้งหมด 20 ปม แบ่งโดยอาศัยหลักลักษณะทางชลศาสตร์ที่ร่วมกันเช่น เป็นจุดศูนย์กลางที่น้ำไหลมารวมกัน เป็นคลองระบายน้ำสายหลัก เป็นจุดขอบเขตของพื้นที่ศึกษา เป็นจุดที่ทำการระบายน้ำเข้า-ออกจากพื้นที่ เป็นจุดที่มีลักษณะหน้าตัดคลองที่แตกต่างกันและถูกบังคับโดยหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์
- 2.ถือว่าคลองทั้งหมดมีรูปร่างเป็นทรงสี่เหลี่ยมที่มีความลึกและกว้างเฉพาะของแต่ละคลอง และมีรัศมีทางชลศาสตร์ซึ่งหาได้จาก  $R = \frac{BD}{B+2D}$  เมื่อ B คือความกว้างของคลอง D คือความลึกของน้ำในคลอง
- 3.ถือว่าอัตราส่วนความลึก/ความกว้างของคลอง(D/B) มีค่าน้อยมากจนสามารถตัดทิ้งได้ นั่นคือค่ารัศมีทางชลศาสตร์ประมาณได้ว่าเป็น  $R \approx D$
- 4.ถือว่าปมที่อยู่ที่ขอบของพื้นที่ศึกษา(1 2 3 4 8 14 และ 20)มีการไหลแบบคงตัว(Steady state flow) ส่วนปมศูนย์กลาง(5 6 7 10 11 12 และ 13) มีการไหลแบบไม่คงตัว(Unsteady state flow)
- 5.ถือว่า การไหลของน้ำในคลองเป็นแบบ 1 มิติ ในช่องการไหลแบบเปิดและเป็นไปตามสมการ Saint-Venant
- 6.ถือว่า การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วที่ระยะเวลาใดๆ(local acceleration term) และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการไหล

## เขตประเวศน์



ภาพที่ 8 แสดงอาณาติดต่อและตำแหน่งของปมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ผังแสดงระบบระบายน้ำของพื้นที่เขตลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำในคลอง(Convective acceleration term) ในสมการโมเมนตัมมีค่าน้อยมากไม่ต้องนำมาคิด

นั่นคือ สมการ 
$$\frac{1}{g\varpi} \left[ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{\varpi} \right) \right]$$

7.แก้สมการโดยใช้วิธี รุงเง-กุดตา โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Mathcad6.0+

### 3.2 ทฤษฎีพื้นฐานและการคำนวณ

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังโดยใช้โปรแกรม Mathcad6.0+ ทำการประมวลผลโดยอาศัยการแก้สมการเซนต์-เวแนนท์(Saint-Venant)[10 13 14] ซึ่งประกอบด้วยการแก้สมการอนุพันธ์สามัญของสมการต่อเนื่อง(Continuity equation) ดังสมการที่ 3.1 และสมการอนุพันธ์โมเมนตัม(Momentum equation) ดังสมการที่ 3.2 รากของสมการเหล่านี้สามารถหาได้โดยวิธี รุงเง-กุดตา ในโปรแกรม Mathcad6.0+ ข้อกำหนดของการแก้สมการ Saint-Venant ของระบบระบายน้ำด้วยคลองที่มีช่องการไหลแบบเปิด(Open channel flow) มีข้อกำหนดดังนี้

- การไหลของน้ำต้องเป็นแบบ 1 มิติ ความลึกของคลองและอัตราเร็วกระแสจะพิจารณาตามทิศทางความยาวของคลองเท่านั้น
- การไหลของน้ำในคลองจะค่อยๆไหลตลอดแนวลำคลอง ดังนั้นค่าแรงดันน้ำสถิตย์ (Hydrostatic pressure) และความเร่งในแนวตั้งของน้ำจะไม่นำมาพิจารณาด้วย
- แกนความยาวของคลองจะสมมติให้เป็นแนวเส้นตรง
- ความชันของก้นคลองจะถือว่ามีความน้อยและฐานคลองมีค่าคงที่
- สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของการไหลปั่นป่วนแบบคงรูปสามารถเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสมการแมนนิง(Manning's equation)
- น้ำในคลองจะไม่มีแรงกดและมีความหนาแน่นตลอดการไหลในคลอง

สมการต่อเนื่อง

$$\frac{\partial \varpi}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = d - E + F \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

เมื่อกำหนดให้  $d, E, F$  มีค่าคงที่และ  $\varpi = BD, Q = \varpi v$  จะได้สมการใหม่ดังนี้

$$\frac{\partial(BD)}{\partial t} + \frac{\partial(BDv)}{\partial x} = 0$$

$$\begin{aligned} B \frac{\partial(D)}{\partial t} + B \frac{\partial(Dv)}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial(D)}{\partial t} + D \frac{\partial(v)}{\partial x} + v \frac{\partial(D)}{\partial x} &= 0 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

### สมการโมเมนตัม

$$\frac{1}{g\varpi} \left[ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{\varpi} \right) \right] + \frac{n^2 Q |Q|}{\varpi^2 R^{4/3}} + \frac{\partial H}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

เมื่อพิจารณาเทอมแรกของสมการ(3.3)จะเป็นเทอมอินเนอร์เทียท์(Inertia term)ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า Froude number หรือ  $Fr$  [11] ดังนี้

$$\frac{1}{gBD} \left[ B \frac{\partial(Dv)}{\partial t} + \frac{B^2}{B} \frac{\partial}{\partial x} (v^2 D) \right] + \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\frac{1}{D} \left[ D \frac{\partial(v)}{\partial t} + v \frac{\partial(D)}{\partial t} + v^2 \frac{\partial D}{\partial x} + 2vD \frac{\partial v}{\partial x} \right] + g \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\frac{1}{D} \left[ D \frac{\partial(v)}{\partial t} + v \left( \frac{\partial(D)}{\partial t} + D \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial D}{\partial x} + D \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] + g \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

จากสมการ(3.2)มีค่าเท่ากับศูนย์ดังนั้นสามารถเขียนสมการ(3.6)ใหม่ได้ดังนี้

$$\frac{1}{D} \left[ D \frac{\partial(v)}{\partial t} + vD \frac{\partial v}{\partial x} \right] + g \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) + v \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right) + g \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\frac{v_0^2}{L_0} \left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) + \frac{v_0}{L_0} \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right) + g \frac{H_0}{L_0} \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\left( \frac{\partial v}{\partial t} \right) + \frac{v}{v_0} \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right) + g \frac{H_0}{v_0^2} \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\left( \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} \right) \left( \frac{v_0^2}{gH_0} \right) + \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

หรือ  $\left( \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} \right) \left( \frac{v}{\sqrt{gH_0}} \right) + \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots(3.12)$

เมื่อกำหนดให้

- $v = v_0 \frac{v}{v_0}$
- $t = \frac{L_0}{v_0} \frac{t}{L_0}$
- $x = L_0 \frac{x}{L_0}$
- $H = H_0 \frac{H}{H_0}$

- $x$  คือระยะทางเฉลี่ยของคลอง หน่วยเป็น m
- $x$  คือระยะทางของคลอง หน่วยเป็น m
- $v$  คือความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในคลอง หน่วยเป็น m/sec
- $v_0$  คือความเร็วเริ่มต้นของกระแสน้ำในคลอง หน่วยเป็น m/sec
- $v$  คือความเร็วของกระแสน้ำในคลอง หน่วยเป็น m/sec
- $L_0$  ความยาวของคลอง หน่วยเป็น m
- $t$  คือเวลา หน่วยเป็น sec
- $H$  คือระดับน้ำในคลอง มีหน่วยเป็น m

$H_0$  คือค่าความลึกการไหลของน้ำ มีหน่วยเป็น m

$\bar{H}$  คือระดับน้ำเฉลี่ยในคลอง มีหน่วยเป็น m

ค่า  $Fr = \frac{v}{\sqrt{gH_0}}$  เป็นค่าที่ใช้แยกประเภทของช่องการไหลแบบเปิด(Open channel flow)

ของคลอง เมื่อความเร็วด้านบนของการไหลในคลองช้ากว่าความเร็ววิกฤตเราเรียกว่าความเร็วย่อยวิกฤต(Subcritical velocity) ในทางตรงข้ามถ้าความเร็วด้านล่างของการไหลในคลองเร็วกว่าความเร็ววิกฤต(Critical velocity) เราเรียกว่า ความเร็ววิกฤตยิ่งยวด(Supercritical velocity) ดังนั้นถ้าค่า  $Fr = 1$  เรียกว่าเป็นการไหลวิกฤต(Critical flow) ถ้า  $Fr < 1$  เรียกว่า การไหลแบบย่อยวิกฤต(Subcritical flow) และถ้า  $Fr > 1$  เรียกว่า การไหลแบบวิกฤตยิ่งยวด(Supercritical flow)

การศึกษาแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังในครั้งนี้เราจะปฏิเสททอมอินเนอร์เทียท์ เพราะค่า  $Fr$  มีค่าน้อยเนื่องจากค่าความเร็วของกระแสในคลองหรือ  $v$  ในคลองมีค่าน้อยมาก(0.0024 เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540)และค่าความลึกเฉลี่ยการไหลของน้ำหรือ  $H_0$  มีค่ามาก(2.67 เมตร เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540) ดังนั้นเราสามารถปฏิเสททอมแรกของการ(3.3) แล้วได้สมการใหม่เรียกว่า สมการคลื่นแบบแพร่ (Diffusion wave equation) ได้ดังนี้

$$\frac{n^2 Q |Q|}{\omega^2 R^{4/3}} + \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) = 0 \dots\dots\dots(3.13)$$

เมื่อกำหนดให้

- $\omega \equiv \omega(H, t)$  พื้นที่หน้าตัดของคลอง มีหน่วยเป็น  $m^2$
- $n \equiv n(x)$  สัมประสิทธิ์ความขรุขระ(Manning's coefficient) มีหน่วยเป็น  $m^{-1/3}/sec$
- $H \equiv H(x, t)$  ระดับน้ำในคลอง มีหน่วยเป็น m
- $d \equiv d(x, t)$  ปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง(lateral discharge) มีหน่วยเป็น  $m^3/sec$
- $m$  อัตราการระเหย มีหน่วยเป็นต่อหน่วยความยาว  $m^2/sec$
- $F \equiv F(x, t)$  ปริมาณความเข้มของฝน มีหน่วยเป็นต่อหน่วยความยาว  $m^2/sec$
- $R \equiv R(H)$  รัศมีชลศาสตร์(Hydraulic radius) มีหน่วยเป็น m

- $Q \equiv Q(x,t)$  อัตราการไหลของน้ำ มีหน่วยเป็น  $m^3/sec$
- $g$  ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น  $m/sec^2$
- $B$  เป็นความกว้างของคลอง มีหน่วยเป็น  $m$
- $D$  เป็นความลึกของระดับน้ำในคลอง มีหน่วยเป็น  $m$
- $Z$  เป็นความลึกของก้นคลอง มีหน่วยเป็น  $m$

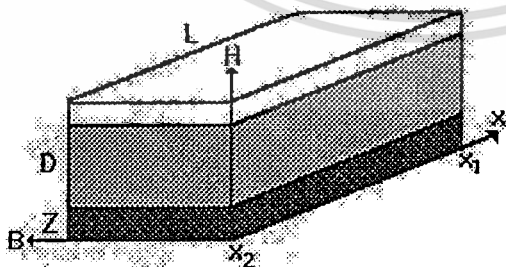
จากสมการ(3.13)เมื่อกำหนดให้  $\frac{\partial H}{\partial x}$  มีค่าคงที่จะได้สมการใหม่ที่เรียกว่า สมการแมนนิง ซึ่งเป็นสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการไหลของน้ำในคลองหรือค่า  $Q$  ได้ดังนี้

$$Q = -\alpha \omega R^{2/3} \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) \dots\dots\dots(3.14)$$

แทนค่า  $Q$  จากสมการ(3.14)ลงในสมการ(3.1)จะได้สมการใหม่ดังนี้

$$\left( \frac{\partial \omega}{\partial t} \right) = \left( \frac{\partial \omega R^{2/3}}{\partial x} \right) \alpha \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right) + d - E + F \dots\dots\dots(3.15)$$

เมื่อ  $\alpha = \frac{1}{n} \left( \frac{\partial H}{\partial x} \right)^{1/2}$



ภาพที่ 10 แบบจำลองพื้นที่หน้าตัดคลองทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ดังนั้นจากสมการ(3.15)จะได้ว่า

$$B \frac{dD}{dt} = \Sigma Q_{ij} + d - E + F \quad \dots\dots\dots(3.16)$$

เนื่องจากสมการ(3.1)ถ้าทำการอินทิเกรตตามความยาวของคลองจากจุด  $x_1$  ถึง  $x_2$  จะได้

$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial w}{\partial t} dx + \int_{x_1}^{x_2} \frac{\partial Q}{\partial x} dx = S \quad \dots\dots\dots(3.17)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} w \int_{x_1}^{x_2} dx + Q(x_2) - Q(x_1) = S \quad \dots\dots\dots(3.18)$$

กำหนดให้

$$S = \int_{x_1}^{x_2} (d - E + F) dx$$

$w_h = BL$  คือพื้นที่คลอง มีหน่วยเป็น  $m^2$   
 $V = BLD$  คือปริมาตรของคลอง มีหน่วยเป็น  $m^3$

$$\frac{\partial}{\partial t} [BD(x_2 - x_1)] + Q(x_2) - Q(x_1) = S \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

แต่  $L = x_2 - x_1$

ดังนั้นจะได้  $\frac{\partial}{\partial t} [BDL] + Q(x_2) - Q(x_1) = S \quad \dots\dots\dots(3.20)$

$$\frac{dV}{dt} = Q(x_1) - Q(x_2) + S \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

$$w_h \frac{dD}{dt} = Q(x_1) - Q(x_2) + S \quad \dots\dots\dots(3.22)$$

$$w_h \frac{dD}{dt} = \Sigma Q_{ij} + S \quad \dots\dots\dots(3.23)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ(3.14)ค่า  $\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)$  เขียนใหม่ในเทอมของระดับน้ำที่ปม i ( $H_i$ ) และปม j ( $H_j$ ) และความยาวของคลองที่เชื่อมระหว่างปม i และปม j ( $L_{ij}$ ) ได้ดังนี้

$$\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)_{ij} = 2\left(\frac{H_i - H_j}{L_{ij}}\right)$$

และในกรณีที่คลองเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าค่า R จะสัมพันธ์กับค่าความกว้างของคลอง และค่าความลึกของน้ำในคลองดังต่อไปนี้

$$R^{2/3} = \frac{BD}{B+2D} = \frac{D}{1+\frac{2D}{B}} \dots\dots\dots(3.24)$$

จากสมการ(3.24)จะเห็นว่าค่า  $\frac{2D}{B} \ll 1$  มากๆ นั่นคือ  $1+\frac{2D}{B} \approx 1$  หรือ  $R^{2/3} \approx D$  หรือ

$$R^{2/3} = \frac{B_{ij}D_{ij}}{B_{ij}+2D_{ij}}$$

เมื่อแทนค่า  $R^{2/3}$  และ  $\left(\frac{\partial H}{\partial x}\right)_{ij}$  ในสมการ(3.14)จะได้

$$Q_{ij} = \alpha B_{ij} D_{ij} \left(\frac{B_{ij} D_{ij}}{B_{ij} + 2D_{ij}}\right) 2\left(\frac{H_i - H_j}{L_{ij}}\right) \dots\dots\dots(3.25)$$

เนื่องจากเมื่อพิจารณาความกว้างเฉลี่ยของคลองในพื้นที่เขตลาดกระบังมีค่า 15-35 เมตร ส่วนความลึกของน้ำเมื่อระดับน้ำขึ้นสูงสุดไม่เกิน 5 เมตร ดังนั้นค่า R ของคลองที่มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีค่าโดยประมาณเท่ากับค่าความลึกของน้ำดังนี้

$$Q_{ij} = \alpha B_{ij} D_{ij}^2 2\left(\frac{H_i - H_j}{L_{ij}}\right) \dots\dots\dots(3.26)$$

เมื่อกำหนดให้

$H_i, H_j$  คือระดับน้ำในคลองของปมที่ i และ j

$B_{ij}$  คือความกว้างของคลองที่เชื่อมระหว่างปมที่ i และ j

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D_{ij}^2$  คือความลึกของน้ำในคลองที่เชื่อมระหว่างปม  $i$  และ  $j$

$L_{ij}$  คือความยาวของคลองที่เชื่อมระหว่างปมที่  $i$  และ  $j$  หรือ  $L_{ij} = \frac{L_j + L_i}{2}$

ดังนั้นจากสมการ(3.23)เราสามารถที่จะหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำในแต่ละปมที่ระยะเวลาต่างๆกันดังนี้

$$\frac{dD_i}{dt} = \frac{\sum_{j \in I_i} Q_{ij} + S_i}{\omega h_i} \dots\dots\dots(3.27)$$

เมื่อ  $I_i$  เป็นปมข้างเคียงที่เชื่อมกับปม  $i$

สมการที่ใช้หาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำในลำคลองของพื้นที่ศึกษาเขตลาคกระบังครั้งนี้จะกำหนดให้ลำคลองมีรูปทรงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีลักษณะการไหลแบบช่องเปิดตามหลักของสมการแมนนิง ดังนั้นเมื่อมีปริมาณน้ำไหลผ่านปมก็จะทำให้เราทราบค่าระดับน้ำที่เวลาต่างๆ ในแต่ละปมได้ การระบายน้ำออกจากพื้นที่ตามแบบจำลองจะพิจารณาการระบายน้ำออกเป็น 4 แบบใหญ่ๆด้วยกันคือ

- 1.การไหลของน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก
- 2.การไหลของน้ำกรณีมีเครื่องสูบน้ำ
- 3.การไหลของน้ำกรณีมีประตูระบายน้ำ
- 4.การไหลของน้ำกรณีมีฝนตกในพื้นที่ศึกษา

### 3.3 เงื่อนไขของการระบายน้ำ

3.3.1 กรณีน้ำในคลองไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) จะได้สมการแสดงอัตราการไหลของน้ำในคลองดังนี้



ทิศทางการไหล

ภาพที่ 11 แสดงทิศทางการไหลของน้ำจากปม  $i$  ไปสู่อุปกรณ์  $j$

$$Q_{ij} = \alpha B_{ij} D_{ij}^2 \left( \frac{H_i - H_j}{L_j + L_i} \right)$$

หรือภายใต้เงื่อนไขคำสั่งของ โปรแกรม Mathcad 6.0+ ตามสมการข้างล่าง

$$Q(H,i) := \sum_{k=1}^y \left[ \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M,i,k)} \cdot \left[ D_{(M,i,k)} \right]^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M,i,k)} - H_i}{L_{(M,i,k)} + L_i} \right] \cdot 2, 0 \right] \right]$$

### 3.3.2 กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ $i$



ทิศทางการไหล

ภาพที่ 12 แสดงทิศทางการไหลของน้ำและติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่  $i$

จะได้อัตราการไหลของน้ำดังนี้

$$Q_{ij} = \alpha B_i D_{ij}^2 \left( \frac{(H_i - H_j)}{L_j + L_i} \right) - q(H,i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเงื่อนไขของการระบายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำกำหนดไว้ว่า

$$q(H,i) := \begin{cases} q_i & \text{if } H_i > \text{Bank} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

เมื่อกำหนดให้

$q_i$  คืออัตราการกำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  
 $\text{Bank}_i$  คือระดับตลิ่งของคลอง  $i$

หรือภายใต้เงื่อนไขคำสั่งของโปรแกรม Mathcad6.0+ ได้ดังนี้

$$Q(H,i) := \sum_{k=1}^y \left[ \text{if } M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \cdot 2 \right] - q(H,i), 0 \right]$$

### 3.3.3 กรณีติดตั้งประตูระบายน้ำระหว่างปมที่ $i$



ทิศทางการไหล

ภาพที่ 13 แสดงทิศทางการไหลของน้ำเมื่อมีประตูระบายน้ำกั้นระหว่างปมที่  $i$

เมื่อทำการติดตั้งเงื่อนไขของประตูระบายน้ำระหว่างปมที่  $i$  และ  $j$  จะได้อัตราการไหลของน้ำตามสมการ

$$Q_{ij} = \alpha B_{ij} D_{ij}^2 \left( \frac{(H_i - H_j)}{L_j + L_i} \right) \pm \text{GateRegulator}(H_i, H_j)$$

เมื่อ  $\text{GateRegulator}(H,i) := a \cdot b \cdot m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot |H_i - \text{Houtersystem}|} \cdot B_i \cdot H$  คือ เงื่อนไขการทำงานของประตูระบายน้ำซึ่งในที่นี้  $H_j = \text{Houtersystem}$  ซึ่งเป็นระดับน้ำของปมนอกพื้นที่ศึกษา อัตราการ

ไหลของน้ำที่ปมที่  $i$  ภายใต้เงื่อนไขคำสั่งโปรแกรม Mathcad 6.0+ จะได้ความสัมพันธ์ของ  $Q(H, i)$  ดังต่อไปนี้

$$Q_{H,i} := \sum_{k=1}^y \left[ \text{if } M_{i,k} \neq 0, \left[ \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_1 - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_1} \cdot 2 \right] - \text{Gateregulator}_{(H_i, H_j)} \right], 0 \right]$$

### 3.3.4 อัตราการไหลกรณีมีฝนตกในพื้นที่ศึกษา

เมื่อมีฝนตกในพื้นที่ปมที่  $i$  และ  $j$  จะได้สมการอัตราการไหลของน้ำดังนี้

$$Q_{ij} = \alpha B_{ij} D_{ij}^2 \left[ \frac{(H_i - H_j)}{L_j + L_i} \right] + RR(t, i)$$

เมื่อกำหนดให้  $\text{grain}(t, i) := \begin{cases} R_i & \text{if } t \leq 90 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$  และ  $RR(t, i) := \text{grain}(t, i)$  คือเงื่อนไขฝนตกใน

พื้นที่ศึกษา อัตราการไหลของน้ำที่ปมที่  $i$  ภายใต้เงื่อนไขคำสั่งโปรแกรม Mathcad 6.0+ จะได้ความสัมพันธ์ของ  $Q(H, i)$  ดังต่อไปนี้

$$Q_{H,i} := \sum_{k=1}^a \left[ \text{if } M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_1 - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_1} \cdot 2 \right] + RR(t, i), 0 \right]$$

เมื่อ $i, j$	เป็นคู่ลำดับของปม $i, j$
$M_{i,k}$	เป็นเมทริกซ์ $M$ ที่แสดงจำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกับปม $i$ จำนวน $k$ ปม
$H_{(M_{i,k})}$	เป็นระดับน้ำในรูปของเมทริกซ์ $M$ ที่แสดงจำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกับปม $i$ จำนวน $k$ ปม
$B_{(M_{i,k})}$	เป็นความกว้างของคลองในรูปของเมทริกซ์ $M$ ที่แสดงจำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกับปม $i$ จำนวน $k$ ปม
$L_{(M_{i,k})}$	เป็นความยาวของคลองในรูปของเมทริกซ์ $M$ ที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D_{(M_i,k)}$	จำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกับปม $i$ จำนวน $k$ ปม เป็นความลึกของน้ำในคลองในรูปของเมทริกซ์ $M$ ที่แสดงจำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกับปม $i$ จำนวน $k$ ปม
$Q_{ij}$	เป็นอัตราการไหลของน้ำระหว่างปม $i$ และ $j$
$k$	เป็นจำนวนปม
$m$	เป็นสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำ
$a$	เป็นความสูงของระยะการเปิดประตูกบาน
$b$	เป็นความกว้างของประตูระบายน้ำ
$q(H,i)$	เป็นอัตราการไหลของน้ำที่ปมที่ $i$

### 3.4 การจำลองสภาพทางกายภาพ

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังในครั้งนี้ได้ทำการแบ่งลำคลองที่ศึกษาออกเป็นช่วงๆ แต่ละช่วงเรียกว่าสาขา(Branch) และเรียกจุดที่เชื่อมระหว่างสาขาว่าปม(Node) [ซึ่งเป็นที่ตั้งของเครื่องสูบน้ำและระหว่างกลางของปมแต่ละปมเป็นที่ตั้งของประตูระบายน้ำ] โดยแบ่งออกได้ทั้งหมด 20 ปม ซึ่งแต่ละปมจะมีลักษณะทางชลศาสตร์ที่เฉพาะ ได้แก่ ความลึกของน้ำ ระดับความสูงของน้ำ พื้นที่หน้าตัดของคลอง ระยะทางระหว่างปมหนึ่งไปสู่อีกปมหนึ่ง จำนวนปมที่เชื่อมติดต่อกัน อัตราการไหลของน้ำระหว่างปม และระบบการระบายน้ำออกจากปมซึ่งกำหนดด้วยเงื่อนไขการไหลที่เหมาะสมกับลักษณะทางชลศาสตร์ของวัตถุที่กั้นระหว่างปม เช่น ประตูระบายน้ำหรือเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น อัตราการไหลของน้ำจะขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่อยู่ในปมที่เชื่อมติดต่อกัน ในแบบจำลองนี้กำหนดให้แทนระดับน้ำตลอดแนวลำคลองด้วยระดับน้ำที่ปมต่างๆที่กำหนดขึ้นและแทนอัตราการไหลของน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดลำคลองด้วยอัตราการไหลในแต่ละปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 ถือว่ามีเครื่องสูบน้ำที่สามารถปรับอัตราการสูบน้ำได้ตามขนาดความเข้มฝนแต่ไม่เกิน 1094 ลูกบาศก์เมตร/นาที่ นอกจากนี้ปมที่ 9 จะถือว่ามีประตูระบายน้ำและประตูระบายน้ำเปิด 0.8 เมตร การระบายน้ำที่ปมนี้จึงสามารถทำได้ทั้งการปล่อยให้ไหลออกจากพื้นที่เองโดยธรรมชาติและการระบายด้วยเครื่องสูบน้ำและให้ถือว่ารูปร่างของคลองเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างและความยาวตามที่วัดได้จริง

### 3.5 วิธีการใช้แบบจำลอง

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังที่จัดทำขึ้นนี้เพื่อช่วยในการควบคุมจัดการน้ำท่วมในกรณีที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมถึงขั้นวิกฤตหรือเกิดพายุฝนถึงขั้นรุนแรงซึ่งข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลองในช่วงระยะเวลาที่เกิดฝนตกจะเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจได้ว่าจะใช้วิธีการหรือแผนในการจัดการน้ำท่วมอย่างไร ขั้นตอนในการทำงานของแบบจำลองแสดงในตารางที่ 4 โดยเริ่มจากการป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ของแต่ละปมที่กำลังพิจารณาศึกษาเช่น ข้อมูลปริมาณความชื้นฝนออกแบบที่ตกในพื้นที่เขตลาดกระบัง ระยะเวลาฝนตก ปัจจัยลดทอน(Reduction factor) เงื่อนไขแสดงอัตรากำลังการระบายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำและการระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำระหว่างปม เป็นต้น จากการประมวลผลของแบบจำลองจะได้ผลลัพธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในปมกับระยะเวลาและจะทำให้ทราบว่าต้องการแผนการจัดการป้องกันน้ำท่วมหรือไม่ ถ้าจำเป็นต้องการใช้ก็สามารถทำการเลือกวิธีที่ต้องการได้ กล่าวคือจะใช้การติดตั้งเครื่องสูบน้ำหรือการระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำหรือใช้ทั้งสองวิธีพร้อมกันก็ได้ จากนั้นนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำที่เลือกไว้แล้วว่ามีเหมาะสมในบริเวณพื้นที่นั้นป้อนเข้าไปในแบบจำลองใหม่แล้วแบบจำลองจะทำการวิเคราะห์และประมวลผลให้ จนกระทั่งในที่สุดได้ข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้ระดับน้ำในแต่ละปมมีระดับที่สูงจนล้นตลิ่ง จะเห็นได้ว่าการใช้แบบจำลองนี้ช่วยในการวางแผนจัดการน้ำท่วมนั้นทำให้เราสามารถทดสอบตัวแปรต่างๆที่มีส่วนช่วยทำให้ระดับน้ำในแต่ละปมลดลงมาได้ นอกจากนั้นยังอาจดัดแปลงแผนการที่วางไว้จนเป็นที่น่าพอใจแล้วจึงนำไปใช้ในสภาพพื้นที่จริงซึ่งวิธีการเช่นนี้จะมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงต่อความผิดพลาด ทั้งยังสามารถทดสอบแผนการจัดการน้ำท่วมให้รู้ผลในระยะเวลานั้น วิธีการใช้แบบจำลองมีดังนี้

#### 3.5.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาจะยึดหลักขอบเขตเดียวกับเขตพื้นที่ปกครองของสำนักงานเขตลาดกระบัง การพิจารณาได้คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศของพื้นที่จริงซึ่งเป็นที่ราบลุ่มต่ำมีลักษณะการใช้ประโยชน์ของลำคลองในพื้นที่ไว้สำหรับการระบายน้ำและการเกษตรกรรมซึ่งคลองเหล่านี้สามารถที่จะเชื่อมโยงติดต่อกันได้ตลอดซึ่งลักษณะเช่นนี้ถือว่าเป็นคุณสมบัติที่ดีของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.2 การกำหนดช่วงเวลา(Time interval)

การกำหนดช่วงเวลาของการระบายน้ำในแบบจำลองจะกำหนดให้อยู่ในช่วงที่สามารถจะทำการระบายน้ำออกนอกพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาที่สั้นที่สุดและอยู่ในช่วงเวลาของผลเฉลย นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์และควรที่จะใช้เวลาในการคำนวณที่ไม่มากและให้ข้อมูลผลลัพธ์ที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

### 3.5.3 การกำหนดปมและสาขา

การกำหนดปมและสาขา จะกำหนดให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษาให้มากที่สุด จุดที่จะทำการกำหนดปมนั้นจะมีลักษณะทางชลศาสตร์ที่ร่วมกันเช่นเป็นจุดศูนย์กลางที่น้ำไหลมารวมกัน เป็นคลองระบายน้ำสายหลัก เป็นจุดขอบเขตของพื้นที่ศึกษา เป็นจุดที่ทำการระบายน้ำเข้า-ออกจากพื้นที่ เป็นจุดที่มีลักษณะหน้าตัดคลองที่แตกต่างกันและสุดท้ายถูกบังคับโดยหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น เมื่อทำการกำหนดปมแล้วจะได้จำนวนปมในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 20 ปม แต่ละปมจะมีหมายเลขกำกับซึ่งแสดงถึงลำดับทิศทางการไหลของน้ำในแต่ละปมซึ่งทิศทางการไหลของน้ำเป็นดังนี้

- ปมที่ 1 เป็นปมที่รับน้ำจากพื้นที่ด้านเหนือและเป็นปมปลายหรือปมขอบเขตของพื้นที่ศึกษา ที่ปมนี้จะเป็นจุดที่เชื่อมระหว่างคลองสี่กับลำรางตาเสือ เมื่อน้ำไหลลงมาทางใต้จะไหลเข้าสู่ปมที่ 5 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมของลำรางบึงบัวกับคลองสี่แล้วไหลเข้าสู่ปมที่ 11 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมระหว่างคลองประเวศน์บุรีรัมย์และคลองสี่ ทิศทางการไหลของน้ำสามารถที่จะไหลไปทางด้านตะวันตกเข้าสู่ปมที่ 10 ปริมาณน้ำจากปมที่ 11 สามารถที่จะระบายออกสู่พื้นที่เขตลาดกระบังตามแนวลาดคลองหนองคาที่ ปมที่ 16

- ปมที่ 2 เป็นขอบเขตของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยลำคลองมะขาม ลำแยกพระองค์ และคลองลำปลาทิว ทิศทางการไหลของน้ำจะแบ่งเป็น 3 ทิศทางคือ น้ำไหลลงทางทิศใต้ตามแนวคลองลำปลาทิว ไหลตามทิศตะวันออกของแนวคลองลำแยกพระองค์และไหลเข้าสู่ทิศตะวันตกเข้าสู่ปมที่ 1 เมื่อน้ำไหลลงมาทางทิศใต้จะเข้าสู่ปมที่ 6 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมระหว่างคลองลำปลาทิวคลองมอญและคลองชวดเตย แล้วไหลเข้าสู่ปมที่ 12 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างคลองหัวตะเข้คลองลำปลาทิว และคลองประเวศน์บุรีรัมย์ จากนั้นน้ำจะระบายออกโดยผ่านแนวคลองหัวตะเข้

ของปมที่ 17 ปมที่ 12 ยังสามารถที่จะระบายน้ำไปทางด้านทิศตะวันตกเข้าสู่ปมที่ 10 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมของคลองสาม คลองประเวศน์บุรีรัมย์และคลองลาดกระบัง

- ปมที่ 3 เป็นปมที่แสดงจุดเชื่อมของคลองลำแยกพระองค์ ลำตาอุ ลำตาอิน ทิศทางการไหลของน้ำมี 3 ทิศทางคือไหลลงทางทิศใต้ตามคลองลัดทับยาวเข้าสู่ปมที่ 7 ไหลไปทางทิศตะวันตกตามแนวคลองลำแยกพระองค์เข้าสู่ปมที่ 2 และไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เข้าสู่ ปมที่ 4 เมื่อมีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่ปมที่ 7 จะสามารถไหลลงสู่ทิศใต้เข้าสู่ปมที่ 13 ไหลไปทางทิศตะวันตกเข้าสู่ปมที่ 6 ไหลไปทางทิศตะวันออกเข้าสู่ปมที่ 8 และสามารถไหลระบายไปทางทิศเหนือเข้าสู่ปมที่ 3 ปมที่ 13 จะเป็นจุดเชื่อมของคลองระหว่างคลองลัดทับยาว คลองประเวศน์บุรีรัมย์และคลองจรเข้เขี้ยวโดยปริมาณน้ำปมที่ 13 จะมีทิศทางการไหลของน้ำได้ 4 ทิศทางคือ ไหลลงทางใต้ตามแนวคลองจรเข้เขี้ยวเพื่อระบายน้ำออกนอกพื้นที่ในปมที่ 18 ไหลลงทิศตะวันออกเข้าสู่ปมที่ 14 ไหลทางทิศตะวันตกเข้าสู่ปมที่ 12 และไหลเข้าสู่ทิศเหนือสู่ปมที่ 7

- ปมที่ 4 เป็นปมที่แสดงพื้นที่ศึกษาทิศทางการไหลของน้ำสามารถไหลเข้าสู่ปมที่ 3 และ 8 เมื่อน้ำไหลลงมาจากใต้เข้าสู่ปมที่ 8 น้ำสามารถที่จะไหลไปทางทิศตะวันออกโดยเข้าสู่ปมที่ 13 และไหลเข้าสู่จุดเชื่อมของคลองหลวงแพ่งและคลองประเวศน์บุรีรัมย์ในปมที่ 14 เมื่อน้ำไหลออกจากปมที่ 14 แล้วจะไหลลงมาจากทิศใต้ตามแนวคลองพระยาเพชรของปมที่ 19 ซึ่งที่ปมนี้จะระบายน้ำออกสู่นอกเขตพื้นที่ลาดกระบัง

- ปมที่ 9 เป็นปมที่ตั้งของประตูระบายน้ำลาดกระบังตั้งอยู่บนคลองประเวศน์บุรีรัมย์ น้ำจะระบายออกสู่มแม่น้ำเจ้าพระยาโดยผ่านปมนี้

- ปมที่ 20 เป็นปมปลายหรือปมขอบเขตของพื้นที่ศึกษาน้ำจะไหลลงสู่ทิศใต้ตามแนวคลองสาม ซึ่งปมนี้จะเชื่อมระหว่างคลองสามและลำบึงขวาง จากนั้นจะไหลตามแนวคลองสามเข้าสู่ปมที่ 10 ซึ่งเป็นจุดเชื่อมระหว่างคลองประเวศน์บุรีรัมย์ คลองสามและคลองลาดกระบัง แล้วระบายน้ำออกนอกเขตพื้นที่ตามแนวคลองลาดกระบังโดยผ่านปมที่ 15 ในการศึกษาค้างนี้ ปมที่เป็นขอบเขตหรือปมปลายของพื้นที่ศึกษาได้แก่ ปมที่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20 ปมที่เป็นศูนย์กลางได้แก่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 ส่วนปมที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำได้แก่ ปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 สุดท้ายปมที่ติดตั้งประตูระบายน้ำได้แก่ ปมที่ 9

### 8.6 ข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองนี้ได้แก่ความกว้างและความยาวของคลอง ความลึกของระดับน้ำในคลอง ระดับของกันคลอง พื้นที่ของแต่ละปม อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ และเงื่อนไขการติดตั้งประตูระบายน้ำ ซึ่งรวบรวมได้จากหน่วยงานราชการหลายแห่งเช่น สำนักงานเขตลาดกระบัง กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมหาวิทยาลัยและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองด่าน นอกจากนี้ยังได้จากการออกสำรวจในพื้นที่ที่ทำการศึกษาริเวณเช่นความลึกของน้ำ) ความยาวความกว้างของคลอง ความสูงของตลิ่ง ความเร็วของกระแส น้ำ รวมทั้งลักษณะทางชลศาสตร์ของคลองทั้งหมดในพื้นที่เขตลาดกระบัง ข้อมูลที่ต้องใช้กับแบบจำลองมีดังนี้

3.6.1 ความลึกของน้ำเริ่มต้นในแต่ละปม ความยาวและความกว้างของคลอง ระดับน้ำเริ่มต้นในแต่ละปม และระดับของกันคลอง

3.6.2 การระบายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำจะทำการระบายน้ำออกจากพื้นที่โดยการติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้ที่ท้ายน้ำหรือทางผ่านของน้ำที่จะระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาทางด้านฝั่งตะวันตกของเขตลาดกระบังและระบายลงสู่ทางใต้โดยผ่านคลองในจังหวัดสมุทรปราการก่อนที่จะไหลลงสู่อ่าวไทยต่อไป ในแบบจำลองนี้จะทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการระบายน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของฝนเช่น เมื่อปริมาณความเข้มของฝนเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 มีขนาด  $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $820.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $1094.00 \text{ m}^3/\text{min}$  เมื่อปริมาณความเข้มของฝนเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 19 มีขนาด  $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ส่วนปริมาณความเข้มของฝนเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 19 มีขนาด  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$  และที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 ความสามารถของเครื่องสูบน้ำเท่ากับ  $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ส่วนรายละเอียดของวิธีการติดตั้งในแต่ละปมจะติดตั้งจำนวนกี่เครื่องนั้นสามารถที่จะดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพน้ำท่วมและประสิทธิภาพการระบายสูงสุดเท่าที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การระบายน้ำด้วยประตูระบายน้ำ การติดตั้งประตูระบายน้ำในพื้นที่ศึกษาของเขตลาดกระบังมีอยู่ที่ประตูระบายน้ำลาดกระบังอยู่ระหว่างปมที่ 9 กับภายนอกพื้นที่ศึกษา มีช่องระบายน้ำจำนวน 1 ช่องขนาดความสูง 6 เมตร ระยะเปิดคกบาน 0.8 เมตร ความกว้างของประตูระบายน้ำ 3.2 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำเท่ากับ 0.6 ประตูระบายน้ำในปมที่มีการติดตั้งประตูระบายน้ำนี้จะสามารถเปิดระบายน้ำได้ก็ต่อเมื่อระดับน้ำในคลองนอกเขตพื้นที่ศึกษามีระดับน้ำที่ต่ำกว่าระดับน้ำในพื้นที่ที่ศึกษาของเขตลาดกระบัง สำหรับในแบบจำลองจะให้ระดับน้ำภายนอกพื้นที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 3.4 เมตร การคำนวณจะตั้งเงื่อนไขการทำงานของประตูระบายน้ำที่ระดับความแตกต่างของน้ำทั้งด้านในและนอกประตูระบายน้ำไว้ที่ค่าหนึ่ง โดยการไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำจะเป็นการไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity flow) ในกรณีที่ระดับน้ำในคลองนอกเขตพื้นที่ศึกษามีระดับที่สูงกว่าระดับน้ำในคลองที่ทำการศึกษาจะไม่สามารถที่จะระบายน้ำออกสู่คลองนอกพื้นที่ศึกษาโดยใช้ประตูระบายน้ำได้เพราะจะทำให้น้ำไหลเข้ามาในพื้นที่ศึกษาจึงจำเป็นที่จะต้องมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อที่จะระบายน้ำออกสู่คลองนอกเขตพื้นที่ ฉะนั้นจึงอาจจะใช้ทั้ง 2 วิธีควบคู่กันไป แต่โดยทั่วไปแล้วจะทำการระบายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำก่อนการใช้ประตูระบายน้ำ เนื่องจากถ้าใช้ประตูระบายน้ำจำนวนปริมาณน้ำที่ไหลออกไปนอกเขตพื้นที่ศึกษานั้นจะมีปริมาณที่มากกว่าการระบายน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำหลายเท่าซึ่งถ้าไม่มีการควบคุมหรือคำนวณปริมาณน้ำที่ผันออกนอกพื้นที่ศึกษาอย่างถูกต้องแน่นอนอาจส่งผลทำให้ระดับน้ำในคลองต้นทางมีระดับน้ำที่ลดลงจนส่งผลกระทบต่ออาคารคมนาคมและการเกษตรกรรมได้ ค่าตัวแปรต่างๆของประตูระบายน้ำที่สำคัญได้แก่ สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านประตูระบายน้ำ ความสูงของระยะเปิดคกบาน ความกว้างของประตูระบายน้ำ และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นต้น

3.6.4 ปริมาณน้ำฝน เป็นปริมาณความเข้มข้นที่ตกภายในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลองนี้มาจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนเขตลาดกระบังหมายเลข (code) 41032 ระยะเวลาของข้อมูลความเข้มข้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2539 ที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-6}$  เมตร/นาทีก และปริมาณความเข้มข้นออกแบบเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-4}$  เมตร/นาทีก และ  $2.65 \times 10^{-3}$  เมตร/นาทีก

### 3.7 วิธีประมวลผลข้อมูลทางชลศาสตร์

**3.7.1 การรวมปริมาณน้ำ** เป็นขั้นตอนการรวมปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่คลองในแต่ละปมหรือมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง วิธีการรวมปริมาณน้ำนี้จะพิจารณาถึงเวลาที่ปริมาณน้ำจะไหลมารวมกันซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่รองรับน้ำของคลองและรูปแบบของฝนที่ตก

**3.7.2 ช่องการไหลแบบเปิด(Open channel flow)** เป็นการคำนวณหาปริมาณอัตราการไหลของน้ำในคลองซึ่งมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำในคลองโดยจะพิจารณาระดับน้ำในแต่ละปมเมื่อมีอัตราการไหลของน้ำผ่านปมนั้นๆ โดยใช้สมการแมนนิง(Manning's equation) และคำนวณโดยซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Mathcad6.0+ ซึ่งจะช่วยให้การคำนวณใช้ระยะเวลาสั้นลงและง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับการคำนวณด้วยมือธรรมดา

### 3.8 อุปกรณ์

- Microcomputer Mainboard P-120. keyboard 104 keys. Monitor 14" SVGA.
- Genuine Intel Pentium 119.79 Mhz.
- Memory 16.0 MB(68% utilized)
- Hard disk 1.2 GB.
- โปรแกรม Mathcad 6.0+ ปฏิบัติการบน Windows 3.1x
- ไม้ staff ขนาดความยาว 5 m. ตลับเทปขนาด 50 m.
- แผนที่แสดงอาณาเขตพื้นที่เขตลาดกระบัง มาตรฐาน 1:20,000
- เครื่องวัดอัตราเร็วกระแสน้ำ(Current velocity meter) ยี่ห้อ Swoffer รุ่น 3000

### 3.9 การแสดงผล

การแสดงผลจะเกิดจากการคำนวณโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ ภายใต้เงื่อนไขของสมการอนุพันธ์เชิงสามัญด้วยวิธีรุงง-กูดตา เป็นการคำนวณการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในปมต่างๆทุกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปมในพื้นที่ที่ศึกษา รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำจากปมหนึ่งไปสู่อีกปมอื่น เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นตกกลงมาในพื้นที่นั้นๆหรือพื้นที่ทั้งหมดของเขตลาดกระบัง เมื่อระยะเวลาผ่านไปจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแต่ละปม โดยจะคำนวณจากเมื่อเวลา  $t=0$  เป็นระดับน้ำเริ่มต้น(initial condition)ของทุกปมในพื้นที่ศึกษาไปจนถึงระยะเวลาสุดท้ายของการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+ ภายใต้เงื่อนไขของแบบจำลองจะทำการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและปริมาณอัตราการไหลของน้ำในทุกปม รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำออกจากพื้นที่แต่ละปม ในกรณีที่มีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องภายใต้หลักการทางชลศาสตร์ของสมการแมนนิ่ง นั้นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแต่ละปมและปริมาณอัตราการไหลของน้ำที่ปมต่างๆที่เกิดขึ้นจากช่วงเวลาหนึ่งไปสู่อีกเวลาหนึ่งจะต้องสอดคล้องกับสมการพื้นฐานของสมการแมนนิ่ง การแสดงผลของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังจะแสดงในรูปของกราฟน้ำท่า(hydrography chart) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในแต่ละปมกับระยะเวลา เมื่อเราพิจารณาที่ระยะเวลาสุดท้ายจะทำให้ทราบว่าระดับน้ำในแต่ละปมเปลี่ยนแปลงเท่าไร ระยะเวลาในการระบายน้ำ ความสามารถในการระบายน้ำ ระดับน้ำที่ท่วมปม ปริมาณน้ำที่ท่วมปม จำนวนเครื่องสูบน้ำที่ต้องใช้ อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมและความลึกของระดับน้ำในแต่ละปม เป็นต้น นอกจากนี้ยังทราบว่าบริเวณปมใดที่เกิดน้ำท่วมขังแล้วหามาตรการในการลดระดับน้ำในแต่ละกรณีต่อไป การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยอาศัยแบบจำลองในครั้งนี้จะมีการกำหนดเงื่อนไขข้อสมมุติฐานของแบบจำลองดังนี้

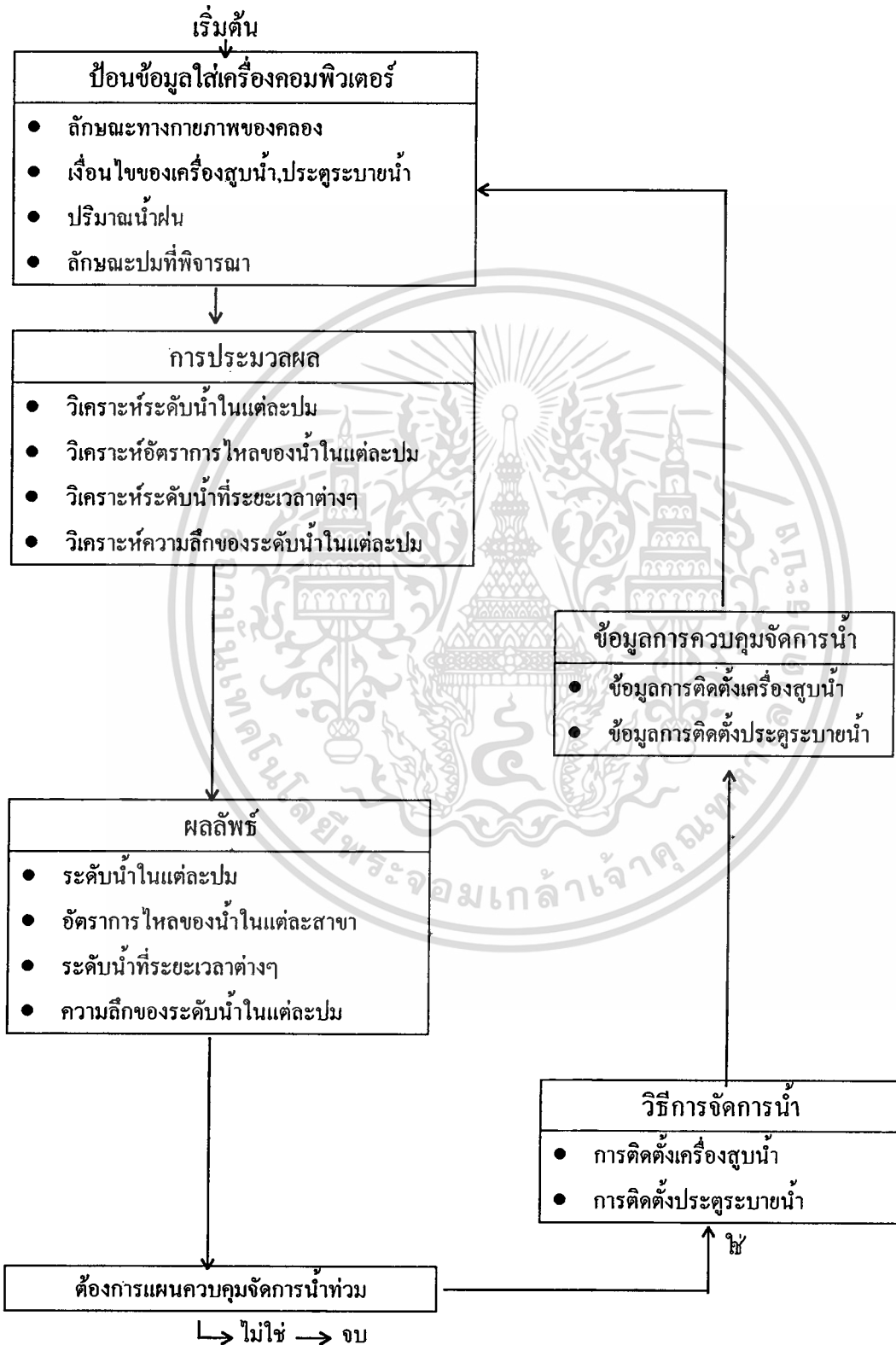
- เมื่อพิจารณาระดับน้ำในแต่ละปมจะมีระดับอยู่ในแนวระดับเดียวกันตลอดของปมนั้นๆ โดยระดับน้ำและปริมาตรของน้ำในแต่ละปมจะกำหนดให้เท่ากับระดับน้ำและปริมาตรของลำคลองที่เชื่อมต่อกับปมนั้นและมีระยะทางจากปมนั้นไปยังจุดกึ่งกลางของสาขาทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับปม

- พื้นที่และปริมาตรของน้ำในแต่ละปมจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับน้ำในแต่ละปมเพียงอย่างเดียว

- อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมถือว่าสม่ำเสมอเท่ากันตลอดช่วงปม

- ในการศึกษาครั้งนี้จะไม่พิจารณาปริมาณน้ำที่ไหลจากนอกพื้นที่ที่ศึกษาเข้าสู่พื้นที่ทำการศึกษาโดยจะกำหนดให้ปมที่เป็นขอบเขตของพื้นที่ศึกษาอยู่ในสภาวะการไหลแบบคงตัว(steady State flow) ได้แก่ ปมที่ 1 2 3 4 8 9 15 16 17 18 19 และ 20

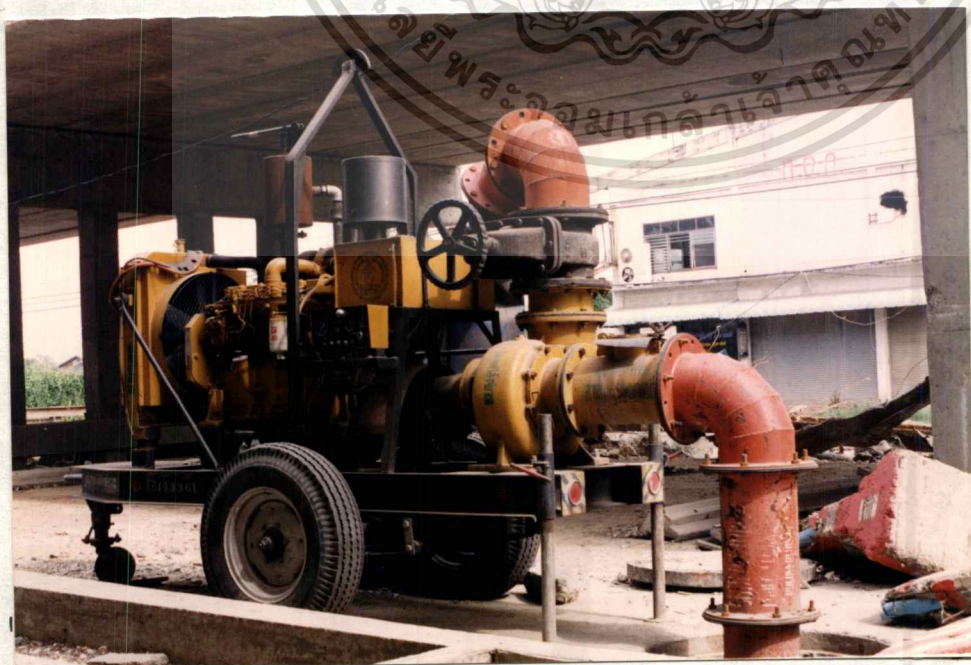
#### ตารางที่ 4 ผังแสดงวิธีการใช้แบบจำลองในการควบคุมจัดการน้ำท่วม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.10 การเปรียบเทียบและการทดสอบแบบจำลอง

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังที่เสนอขึ้นนี้ได้ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(CUFLOMM)ซึ่งเรียกว่าระบบที่ I[4]และแบบจำลองการระบายน้ำของคลองในประเทศสวีเดนซึ่งเรียกว่าระบบที่ II[5] เมื่อป้อนข้อมูลทางกายภาพของคลองและเงื่อนไขของการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำและปริมาณความชื้นฝนแล้ว จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบแบบจำลองของข้อมูลทั้ง 2 ข้อมูล โดยใช้เงื่อนไขของสมการอนุพันธ์เชิงสามัญวิธีรุงเง-กุดตา ในโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อแบบจำลองทำการวิเคราะห์และประมวลผลตามเงื่อนไขข้อกำหนดเริ่มต้นแล้ว ปรากฏว่าผลลัพธ์ของระดับน้ำมีความถูกต้องสอดคล้องกับระดับน้ำที่วัดได้จากภาคสนาม ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าโปรแกรม Mathcad6.0+ มีความถูกต้องน่าเชื่อถือในการใช้เป็นแบบจำลองการจัดการน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังแต่ถ้าเกิดผลลัพธ์ผิดพลาดไปก็สามารถปรับปรุงตัวแปรของข้อมูลต่างๆแล้วทำการทดสอบแบบจำลองของข้อมูลใหม่จนกว่าจะได้ข้อผิดพลาดจากการคำนวณน้อยที่สุดหรืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในการเปรียบเทียบแบบจำลองครั้งนี้จะพิจารณาค่าความผิดพลาดของระดับน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาเป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความถูกต้องและเชื่อถือของโปรแกรม Mathcad6.0+ วิธีการดังกล่าวนี้จึงเป็นวิธีการทดสอบแบบจำลองเพื่อจะนำไปใช้ศึกษาต่อไป



ภาพที่ 14 แสดงเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในการระบายน้ำในพื้นที่ศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การเปรียบเทียบค่าตัวแปรของแบบจำลองที่เสนอ

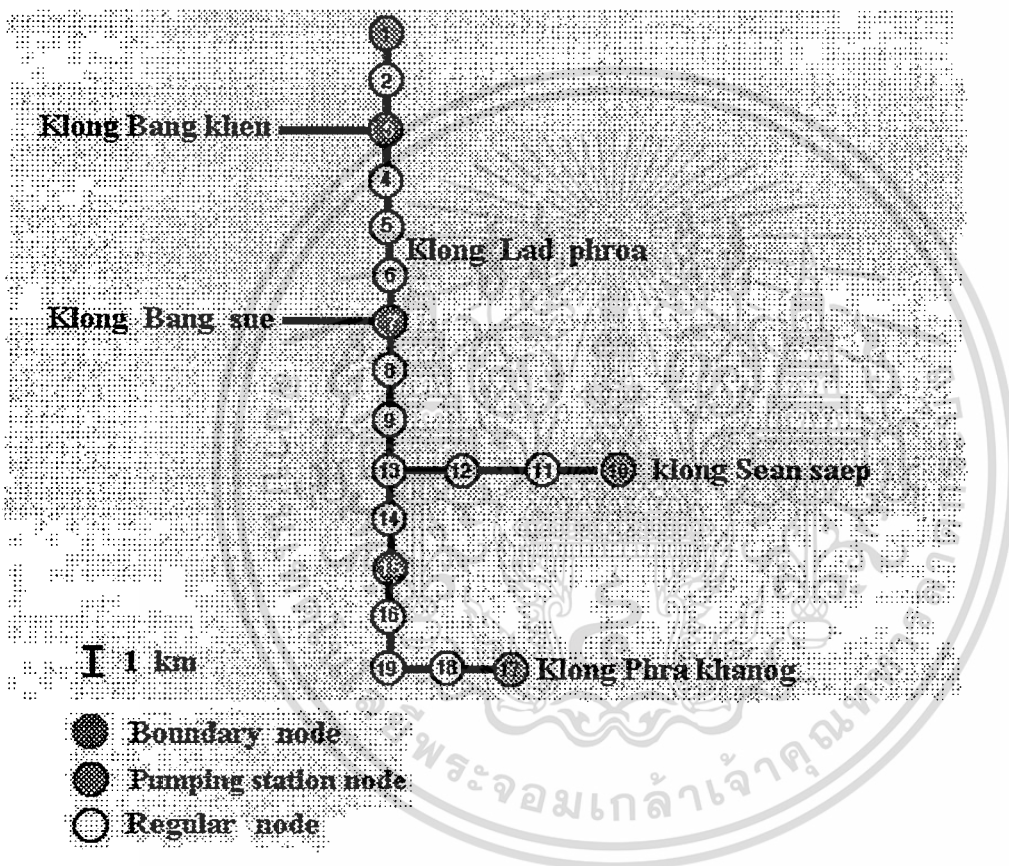
การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลการระบายน้ำโดยใช้โปรแกรม Mathcad6.0+ ในครั้งนี้จะ ใช้ข้อมูลของระบบระบายน้ำ 2 ข้อมูลด้วยกันคือ แบบจำลองข้อมูลการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(CUFLOMM)หรือระบบที่ I และข้อมูลการระบายน้ำของคลองในประเทศ รัสเซียหรือระบบที่ II เพื่อแสดงให้เห็นถึงการประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องน่าเชื่อถือ ของโปรแกรม Mathcad6.0+ ในการแสดงแบบจำลองระบบการระบายน้ำและรายละเอียดของการ เปรียบเทียบแบบจำลองของแต่ละข้อมูลมีดังนี้

##### 4.1.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย (Chulalongkorn University Flood Management Model) หรือระบบที่ I

จากข้อมูลการระบายน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยหรือระบบที่ I โดยแบ่งคลองพื้นที่ ศึกษาออกเป็นปมจำนวน 19 ปม ดังแสดงในภาพที่ 15 ปมที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อทำการระบาย น้ำออกนอกพื้นที่ศึกษาได้แก่ ปมที่ 3 7 และ 15 ด้วยอัตราการกำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำที่ติด ตั้งอยู่ที่ปมที่ 3 และ 7 เท่ากับ 6 และ 3  $m^3/sec$  ตามลำดับ และอัตราการกำลังการระบายน้ำของเครื่อง สูบน้ำที่ปมที่ 15 เท่ากับ 3  $m^3/sec$  โดยใช้คาบยอนพินิจฝน 2 ปี ช่วงเวลาฝนตก 180 นาที ค่า ความเข้มฝน  $4.5 \times 10^{-4}$  .m/min ปัจจัยค่าลดทอน 0.6 ระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลยของแบบ จำลอง 1500 นาที ค่าอัลฟา( $\alpha$ )  $1200 \text{ min}^{-1}$  และข้อมูลอื่นๆดังตารางที่ 5 เมื่อแทนค่าข้อมูล เหล่านี้ลงในแบบจำลองที่เสนอขึ้นในครั้งแล้วคำนวณหาค่าผลเฉลยของระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ ตั้งแต่เวลาที่ 1 จนถึงเวลาที่ 1500 พบว่ามีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ที่ทุกๆ 250 นาทีเท่ากับ 0.029% และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์เท่ากับ 4.79% ดังตารางที่ 6 ส่วนเวลาที่ทำให้ค่าระดับ น้ำในปมที่ 8 9 11 12 13 14 และ 15 มีค่าเท่ากับจากแบบจำลองที่เสนอกับข้อมูลการจัดการน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 แสดงลำดับและตำแหน่งของปมในแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลองการจัดการน้ำท่วม  
ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หรือระบบที่ I [4]

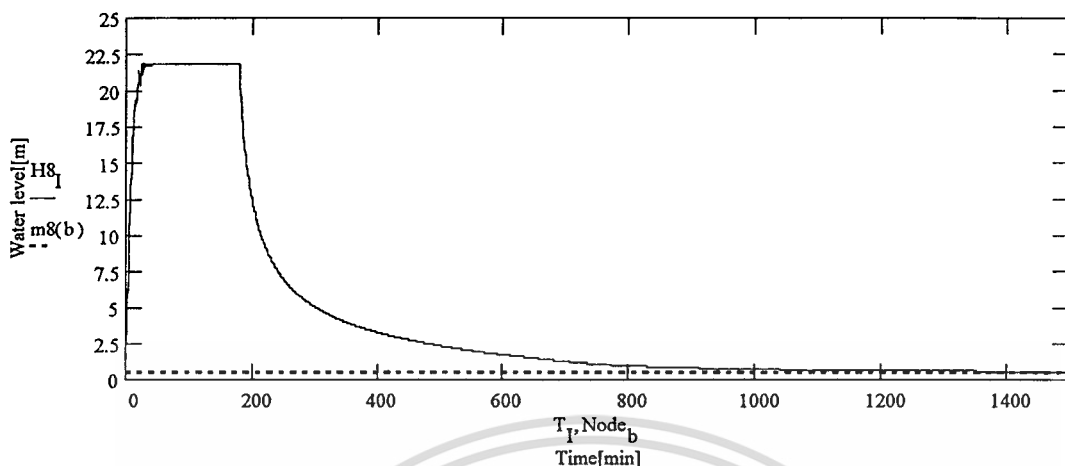
หมายเลขปม	ความกว้าง[m]	ความยาว[m]	ระดับก้นคลอง[m]	พื้นที่หน้าตัดคลอง[m <sup>2</sup> ]
1	4.0	1000	1.84	4.040
2	3.0	1000	1.84	2.790
3	3.0	1000	1.95	2.700
4	6.0	1000	1.97	5.100
5	10.3	1000	2.00	7.828
6	6.5	1000	2.12	4.225
7	6.5	1000	2.15	3.770
8	13.0	1000	2.19	6.890
9	13.0	1000	2.20	6.630
10	20.0	1000	3.05	16.800
11	30.0	1000	2.95	22.200
12	28.0	1000	3.13	17.640
13	25.0	1000	3.25	12.250
14	24.0	1000	3.30	10.800
15	20.0	1000	3.34	8.600
16	15.0	1000	3.35	4.950
17	23.0	1000	3.58	15.410
18	18.0	1000	3.69	8.820
19	28.0	1000	4.23	3.920

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

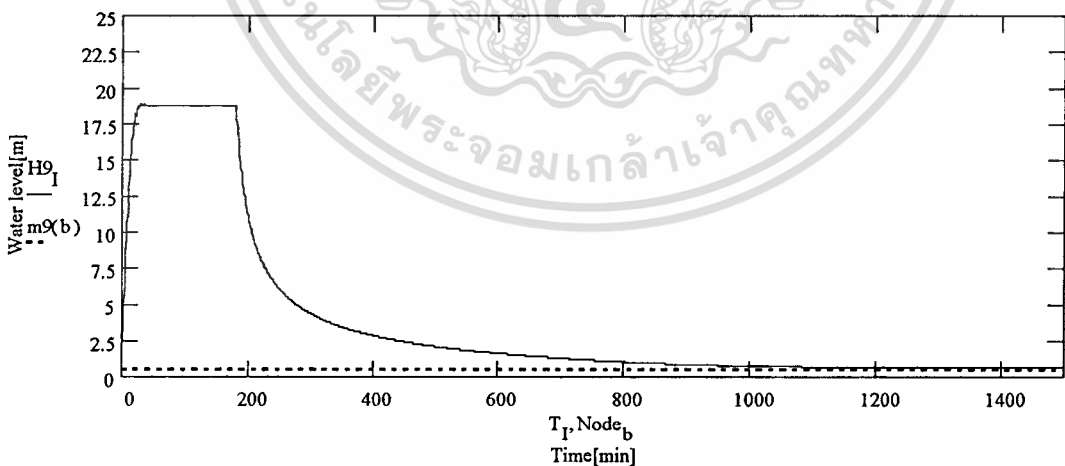
ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I ในโปรแกรม  
Mathcad6.0+

ปม ที่	ระดับ น้ำที่ วัดได้ จริง [m]	ระดับ น้ำที่ คำนวณ จาก แบบ จำลอง ที่เสนอ [m]	ระดับน้ำที่ คำนวณได้ จากแบบ จำลองของ CUFLOMM [m]	ความแตกต่าง ของระดับน้ำ ระหว่างแบบ จำลองที่เสนอ กับแบบ จำลองของ CUFLOMM [m]	ค่าความ ผิดพลาด สัมพัทธ์ ของแต่ละ ปม [%]	ค่าเฉลี่ย ความผิดพลาด สัมพัทธ์ ที่ทุก 250 นาที [%]	ค่าเฉลี่ย ความผิดพลาด สัมพัทธ์ [%]	ค่าที่ อัลฟา ( $\alpha$ ) เหมาะสมที่สุด [min <sup>-1</sup> ]
2	0.93	0.937	0.91	0.027	0.03			
3	0.90	0.836	0.89	0.054	6.00			
4	0.85	0.777	0.85	0.000	8.60			
5	0.76	0.743	0.77	0.010	0.92			
6	0.65	0.667	0.67	0.020	0.46			
7	0.58	0.523	0.62	0.040	2.98	0.029	4.79	1200
8	0.53	0.581	0.59	0.060	1.70			
9	0.51	0.599	0.58	0.070	3.73			
11	0.74	0.752	0.75	0.010	0.27			
12	0.63	0.686	0.64	0.010	7.3			
13	0.49	0.603	0.55	0.060	10.82			
14	0.45	0.505	0.52	0.070	3.34			

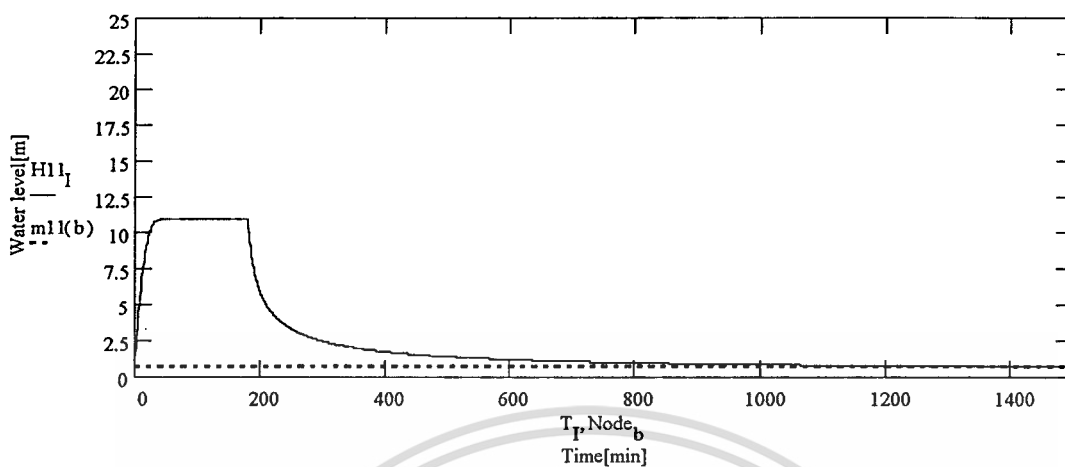
ท่อมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยคือนาฬิกาที่ 1350 1080 1050 1000 910 1000 และ 830 ตามลำดับ ดังภาพที่ 16 17 18 19 20 21 และ 22 ตามลำดับ ส่วนรายละเอียดของข้อมูลการเปรียบเทียบการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แสดงในภาคผนวก ก



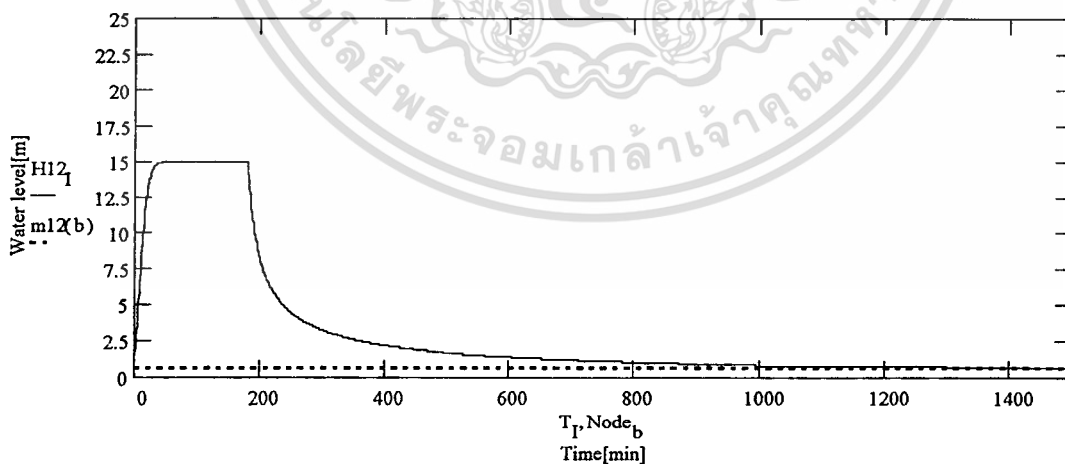
ภาพที่ 16 แสดงระดับน้ำในปมที่ 8 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM



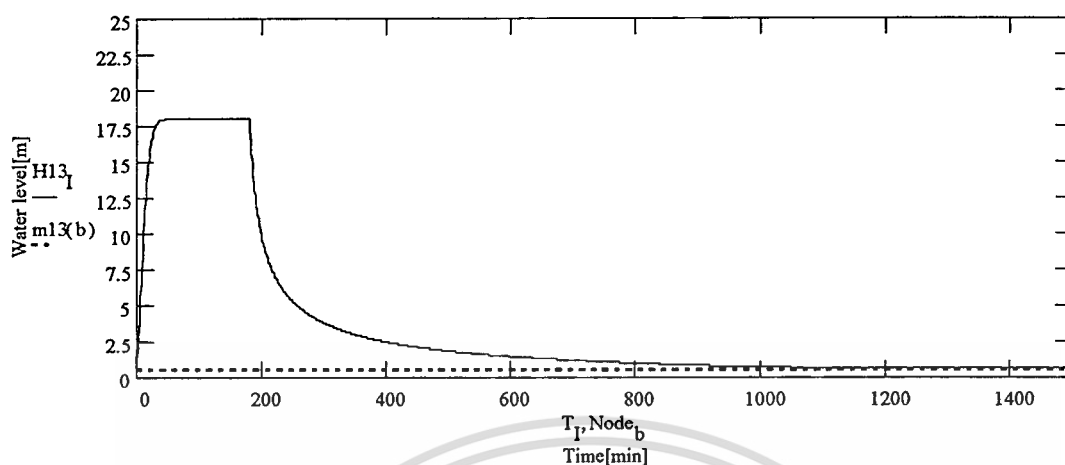
ภาพที่ 17 แสดงระดับน้ำในปมที่ 9 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM



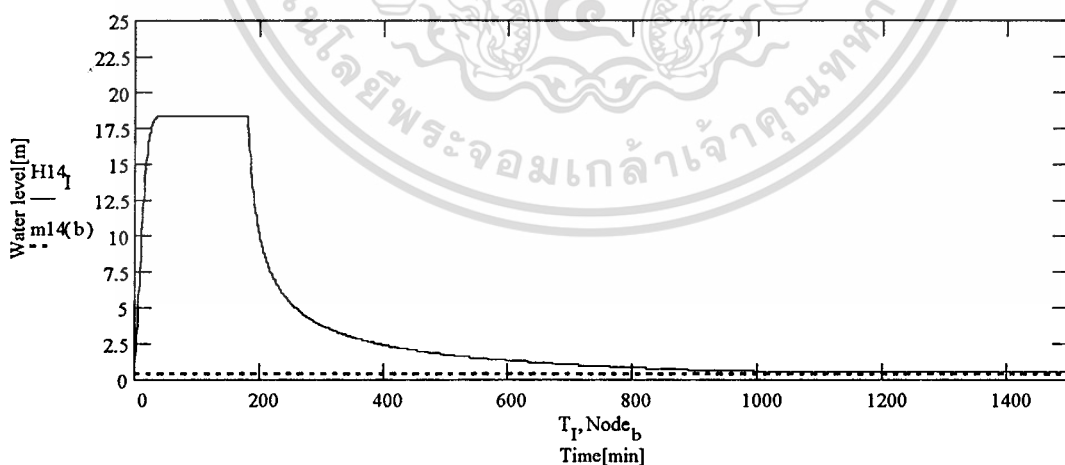
ภาพที่ 18 แสดงระดับน้ำในปมที่ 11 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM



ภาพที่ 19 แสดงระดับน้ำในปมที่ 12 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM

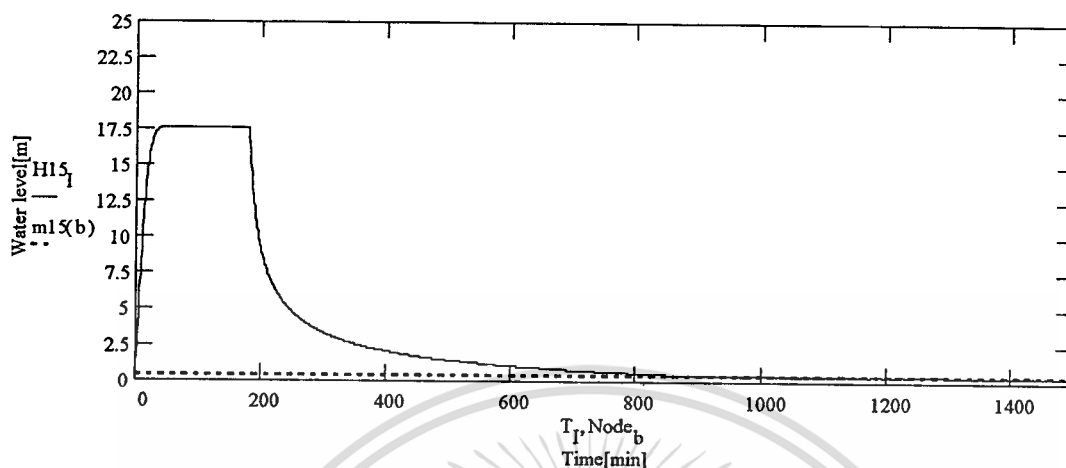


ภาพที่ 20 แสดงระดับน้ำในปมที่ 13 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM



ภาพที่ 21 แสดงระดับน้ำในปมที่ 14 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

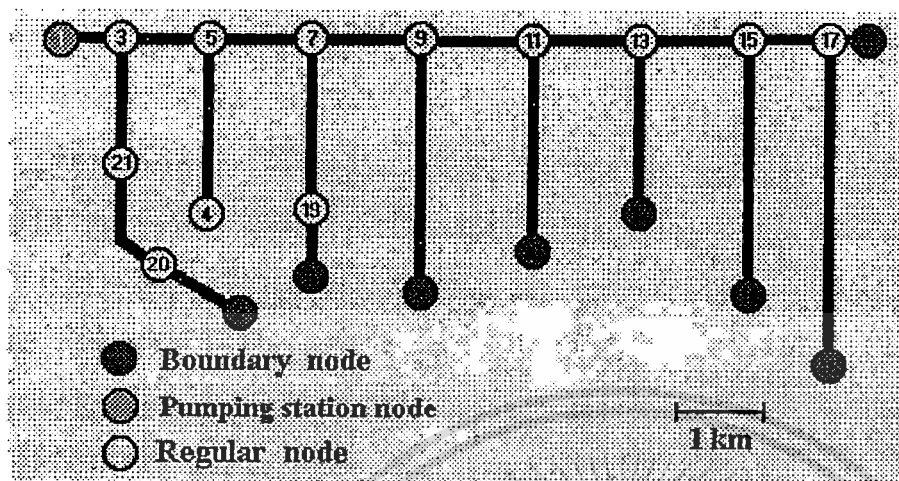


ภาพที่ 22 แสดงระดับน้ำในปมที่ 15 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและจากข้อมูลของ CUFLOMM

— ระดับน้ำจากแบบจำลองที่เสนอ      ..... ระดับน้ำจากข้อมูลของ CUFLOMM

#### 4.1.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลการระบายน้ำของคลองในประเทศ รัสเซีย หรือระบบที่ II โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

จากข้อมูลการออกแบบระบบการระบายน้ำของคลองในประเทศรัสเซียหรือระบบที่II โดยแบ่งคลองในเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็นปมจำนวน 21 ปม ดังแสดงในรูปภาพที่ 23 ปมที่ 1 เป็นปมที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อระบายน้ำออกนอกพื้นที่ที่ศึกษาลักษณะของปมแต่ละปมจะมีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เฉพาะตัวเช่น ความลึกก้นคลอง ความกว้างและยาวของคลอง ระดับน้ำในคลอง และพื้นที่ของคลอง เป็นต้น ในการเปรียบเทียบแบบจำลองในครั้งนี้จะใช้ระดับน้ำของปมที่ 3 5 7 เป็นปมอ้างอิงที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) เท่ากับ  $30000 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลยของแบบจำลองเท่ากับ 240 นาที เมื่อกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นของข้อมูลการระบายน้ำและข้อมูลอื่นๆดังตารางที่ 7 แล้วจะคำนวณหาผลเฉลยของระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆ ตั้งแต่ นาทีที่ 1 ถึง นาทีที่ 240 จากผลเฉลยของระดับน้ำพบว่ามีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ทุก 120 นาที 0.062 % และค่าความผิดพลาดนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 แสดงลำดับและตำแหน่งของปมในแบบจำลองคลองในประเทศไทย หรือระบบที่ II

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลองการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย หรือระบบที่ II

หมายเลขปม	ความกว้าง[m]	ความยาว[m]	ระดับก้นคลอง[m]	พื้นที่หน้าตัดคลอง[m <sup>2</sup> ]
1	3.0	200	3.38	15.930
3	3.0	1,350	3.78	15.930
5	3.0	1,850	4.30	15.930
7	1.25	2,100	4.70	6.637
9	1.25	3,000	5.00	6.637
11	1.25	2,100	4.00	6.637
13	0.6	900	4.76	3.186
15	0.6	1,400	4.50	3.186

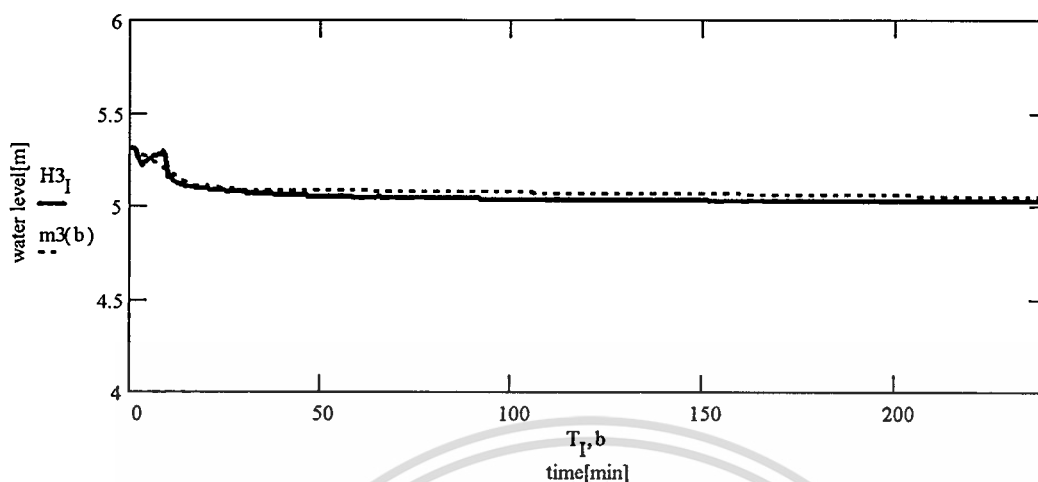
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย หรือระบบที่ II ในโปรแกรม Mathcad6.0+

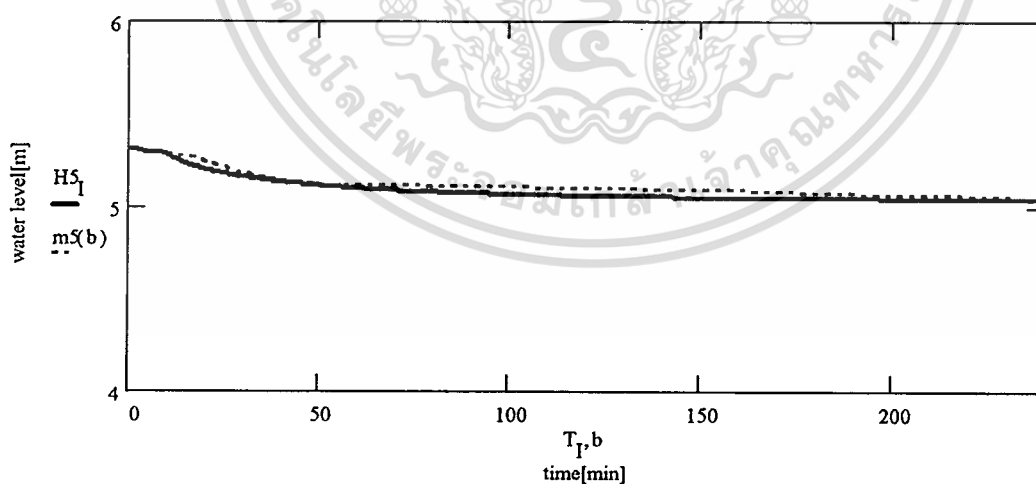
ตัวแปร	ปมอ้างอิงที่		
	3	5	7
ระดับน้ำที่วัดได้จริง[m]	5.310	5.310	5.310
ระดับน้ำจากแบบจำลองที่เสนอ[m]	5.026	5.044	5.108
ผลต่างของระดับน้ำที่วัดได้จริงกับแบบจำลองที่เสนอ[m]	0.284	0.266	0.202
ผลต่างของระดับน้ำที่นาที่เริ่มต้นและนาที่สุดท้ายที่วัดได้จริง[m]	0.260	0.240	0.200
ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ของแต่ละปม[%]	9.274	10.837	0.955
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ที่ทุก 120 นาที[%]		0.062	
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ [%]		7.296	
ค่า $\alpha$ ที่เหมาะสมที่สุด [ $\text{min}^{-1}$ ]		30000	

พลาดสัมพัทธ์ 7.296 % ดังตารางที่ 8 ส่วนเวลาที่ทำให้ค่าระดับน้ำในปมที่ 3 5 และ 7 จากแบบจำลองที่นำเสนอกับข้อมูลการระบายน้ำของคลองในประเทศไทยมีค่าเท่ากันคือ นาที่ที่ 8 5 และ 3 ตามลำดับ ดังภาพที่ 24 25 และ 26 ตามลำดับ

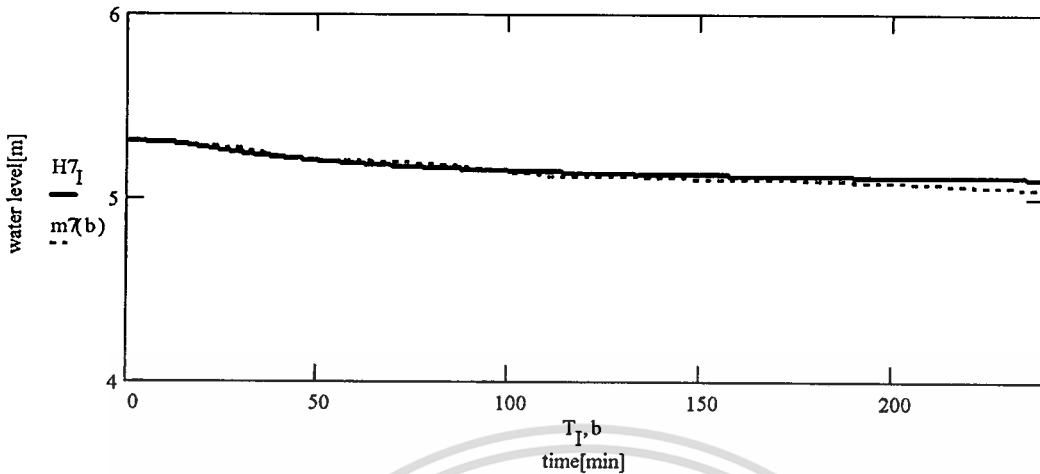
จากผลเฉลี่ยของค่าระดับน้ำที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลของทั้ง 2 ข้อมูลในโปรแกรม Mathcad6.0+ ทำให้มีความมั่นใจและเชื่อถือได้ว่าโปรแกรม Mathcad6.0+ สามารถที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาคกระบังซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ได้



ภาพที่ 24 แสดงระดับน้ำในปมที่ 8 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย



ภาพที่ 25 แสดงระดับน้ำในปมที่ 5 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย



ภาพที่ 26 แสดงระดับน้ำในปมที่ 7 ที่เวลาใดๆที่ได้จากแบบจำลองที่เสนอและข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย

— ระดับน้ำจากแบบจำลองที่เสนอ ..... ระดับน้ำจากข้อมูลของการระบายน้ำของคลองในประเทศไทย

#### 4.2. ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำของแบบจำลองการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง [modelling of flood distribution in Ladkrabang district] หรือระบบที่ III ในโปรแกรม Mathcad6.0+

แบบจำลองการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังครอบคลุมพื้นที่เขตลาดกระบังทั้งหมด 123.859 ตร.กม โดยแบ่งพื้นที่ของคลองและลำรางในพื้นที่ศึกษาออกเป็นปมจำนวน 20 ปม ข้อมูลฝนที่ใช้ในแบบจำลองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2539 ที่คาบย้อนพินิจ(return period) เท่ากับ 2.875 ปี ดังแสดงภาพที่ 27 ช่วงเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ปริมาณความเข้มฝนตกเท่ากับ  $2.65 \times 10^{-3}$   $2.65 \times 10^{-4}$  และ  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min นอกจากนี้แบบจำลองยังมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและติดตั้งประตูระบายน้ำให้มีความสอดคล้องกับปริมาณความเข้มฝนตกในแต่ละกรณีดังนี้

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง เมื่อกำหนดให้ x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง เมื่อกำหนดให้ x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่าอัลฟ่า( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง เมื่อกำหนดให้ x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y \text{ m}^3/\text{min}$  เมื่อกำหนดให้ y เท่ากับ 5.00 16.00 และ 33.00 ส่วน x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่าอัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y \text{ m}^3/\text{min}$  เมื่อกำหนดให้ y เท่ากับ 112.00 166.00 และ 222.00 ส่วน x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y \text{ m}^3/\text{min}$  เมื่อกำหนดให้ y เท่ากับ 548.00 820.00 และ 1094.00 ส่วน x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

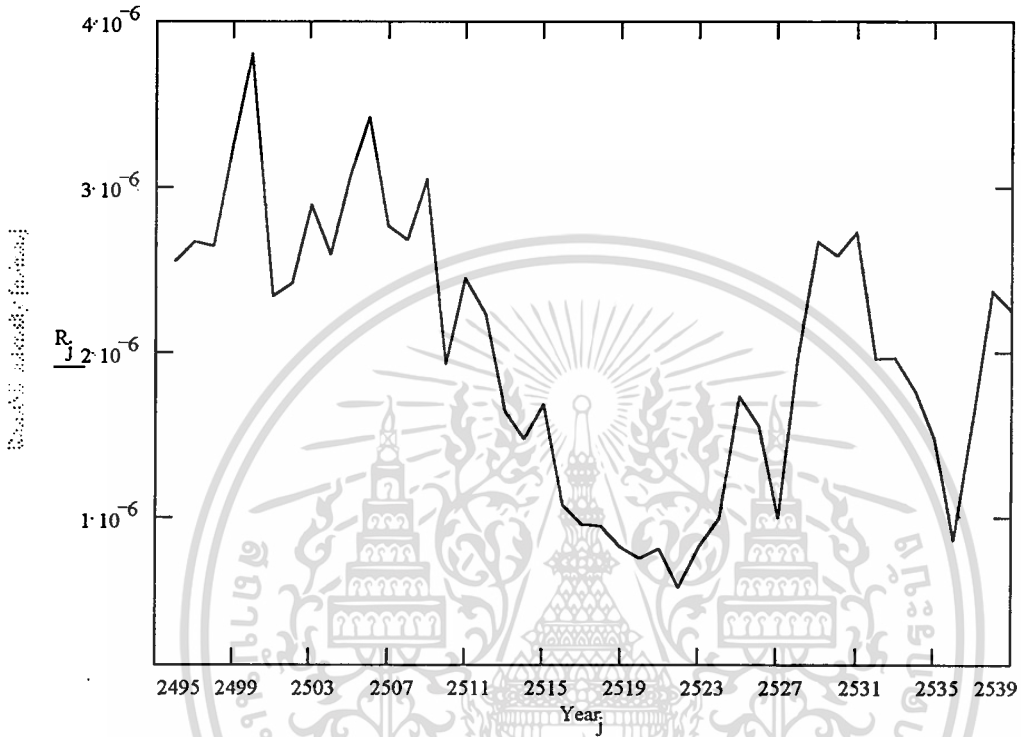
- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่า ปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 เมตร เมื่อกำหนดให้ y เท่ากับ 5.00 16.00 และ 33.00 ส่วน x เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6

- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่า อัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 เมตร เมื่อกำหนดให้ y เท่ากับ 112.00 166.00 222.00 และ x เท่ากับ 0.1 0.3 0.6

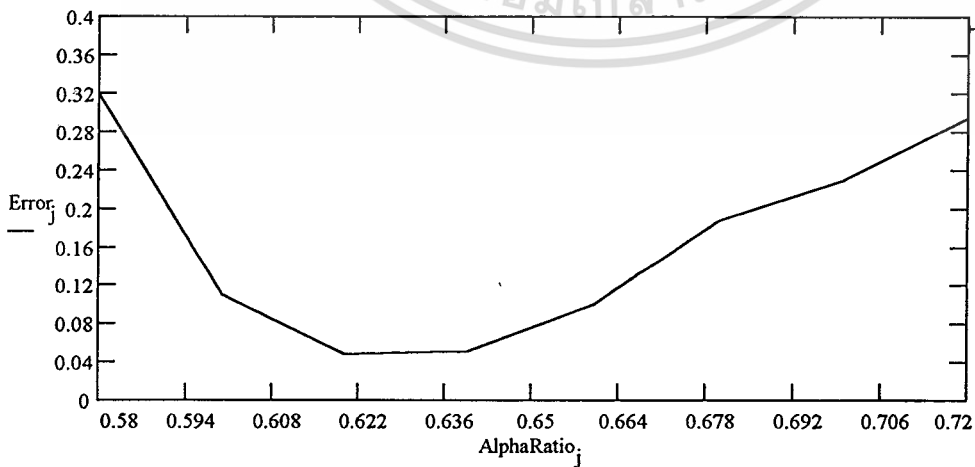
- ปริมาณความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ที่คาบยอนพินิจ 2.875 ปี ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ x ค่าอัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  ระยะเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำอัตรการระบาย  $y$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$m^3/min$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 เมตร เมื่อกำหนดให้  $y$  เท่ากับ 548.00 820.00 และ 1094.00 และ  $x$  เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6



$R_j$  ความเข้มฝน(Rainfall intensity), m/min      Year<sub>j</sub> ปีพุทธศักราช  
 ภาพที่ 27 ค่าความเข้มฝนของพื้นที่เขตลาดกระบังระหว่างปี พ.ศ. 2495-2539



ภาพที่ 28 ค่าความผิดพลาดของระดับน้ำที่หาได้จากอัตราสัดส่วน  $\alpha_1 / \alpha_2$  ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเชิงพาณิชย์เท่านั้น  $\alpha_1 / \alpha_2$   
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงลักษณะทางกายภาพของคลองหลักในแบบจำลองการกระจาย  
น้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

หมายเลข ปม	จุดเชื่อมคลอง	ความ กว้าง[m]	ความ ยาว[m]	ระดับกัน คลอง[m]	พื้นที่หน้าตัด คลอง[m <sup>2</sup> ]
1	ค.สาม,ค.ลำรางตาดิ,ค.ลำรางบึงบัว	20	6500	0.755	69.1
2	ค.ลำปลาทิว,ค.ลำกอไผ่,ค.ชวดเตย	20	6000	0.886	77.72
3	ค.ทับยาว,ค.ลำแยกพระองค์	30	2000	1.141	97.23
4	ค.ทับยาว,ค.ลำตาอุ	30	4000	1.089	113.67
5	ค.สี่,ค.ลำรางบึงบัว	15	1700	0.610	64.65
6	ค.ลำปลาทิว,ค.มอญ,ค.ชวดเตย	20	5000	0.280	83.60
7	ค.เจ๊ก,ค.ทับยาว	20	5500	0.834	82.68
8	ค.หลวงแพ่ง,ค.ลำตาอิน	30	5000	0.563	85.89
9	ค.ประเวศน์บุรีรัมย์	32	16500	0.337	122.784
10	ค.สาม,ค.ลาดกระบัง,ค.ประเวศน์ บุรีรัมย์	20	5500	0.359	93.18
11	ค.สี่,ค.ประเวศน์บุรีรัมย์,ค.หนองคา	20	6500	0.504	96.08
12	ค.มอญ,ค.ประเวศน์บุรีรัมย์, ค.หัวตะเข้	20	9000	0.487	77.74
13	ค.ประเวศน์บุรีรัมย์,ค.ทับยาว, ค.มอญ,ค.จระเข้ร้อย	20	5500	0.944	88.88
14	ค.ประเวศน์บุรีรัมย์,ค.พระยาเพชร, ค.หลวงแพ่ง	30	5000	0.830	102.9
15	ค.ลาดกระบัง	20	1000	1.183	75.66
16	ค.หนองคา	15	720	0.773	38.595
17	ค.หัวตะเข้	20	9000	0.779	67.58
18	ค.จระเข้ร้อย	20	850	0.868	69.36
19	ค.พระยาเพชร	20	850	0.629	64.58
20	ค.สามค.ลำรางบึงบัว	20	5500	0.499	69.98

#### 4.8 การหาค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

ในการศึกษาแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง โดยใช้โปรแกรม Mathcad6.0+ ในครั้งนี้จำเป็นต้องปรับเทียบค่าอัลฟา( $\alpha$ )ของแบบจำลองที่ทำการศึกษาเพราะค่าอัลฟาจะมีค่าที่สอดคล้องกับพื้นที่เฉพาะเจาะจงหนึ่งๆเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบค่าอัลฟาที่เหมาะสมของแบบจำลองที่เสนอในครั้งนี้อย่างไร โดยใช้ข้อมูลทางชลศาสตร์และภูมิศาสตร์ของเขตลาดกระบังเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 เป็นข้อมูลอ้างอิงซึ่งจะแบ่งพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังออกเป็น 20 ปม กำหนดประเภทของคลองออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะโครงสร้างตลิ่งของคลองคือโครงสร้างตลิ่งเป็นคอนกรีต(Concrete Node) ซึ่งสัมพันธ์กับค่า  $\alpha_1$  ได้แก่ ปมที่ 3 10 15 16 17 18 19 และ 20 ส่วนโครงสร้างตลิ่งไม่เป็นคอนกรีต(No concrete Node) ซึ่งสัมพันธ์กับค่า  $\alpha_2$  ได้แก่ ปมที่ 1 2 4 5 6 7 8 9 11 12 13 และ 14 กำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นของระดับน้ำของปมที่อยู่ขอบเขตพื้นที่ศึกษาอยู่ในสภาวะการไหลแบบคงตัว(steady state flow) ภายใต้อัตราการไหลนี้จะไม่มีปริมาณน้ำท่าจากภายนอกไหลเข้าสู่พื้นที่ศึกษาซึ่งจะทำให้ระดับน้ำในปมดังกล่าวได้แก่ ปมที่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20 มีระดับน้ำที่คงที่ตลอดช่วงระยะเวลาหาผลเฉลย 1440 นาที ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังจะอยู่ในสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว(unsteady state flow) คือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ดังนั้นเราจึงสามารถที่จะหาผลเฉลยของระดับน้ำที่ระยะเวลาต่างๆที่อยู่ในช่วงระยะเวลาการคำนวณของแบบจำลอง เมื่อการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นของแบบจำลองแล้วคำนวณหาค่าความผิดพลาดของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำที่เวลาเริ่มต้นกับระดับน้ำที่เวลาสุดท้ายซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของค่า  $\alpha_1 / \alpha_2$  และกำหนดค่า  $\alpha_1, \alpha_2$  ในการคำนวณครั้งนี้เท่ากับ 1 160 480 1440 4320 และ 13000  $\text{min}^{-1}$  พบว่าเมื่อ  $\alpha_1$  เท่ากับ 8080  $\text{min}^{-1}$  และ  $\alpha_2$  เท่ากับ 13000  $\text{min}^{-1}$  จะได้สัดส่วน  $\alpha_1 / \alpha_2$  เท่ากับ 0.62 ซึ่งทำให้ค่าความผิดพลาดของระดับน้ำของปมศูนย์กลางปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 มีค่าเฉลี่ย 0.068 % ซึ่งค่าความผิดพลาดเฉลี่ยค่านี้เป็นค่าความผิดพลาดระดับน้ำที่น้อยที่สุดที่หาได้จากค่าสัดส่วน  $\alpha_1 / \alpha_2$  ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าที่สัดส่วน  $\alpha_1 / \alpha_2$  เท่ากับ 0.62 เป็นค่าที่ทำให้ค่าความผิดพลาดระดับน้ำของปมศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังมีค่าน้อยที่สุด ดังภาพที่ 28 ส่วนรายละเอียดของข้อมูลการหาค่าอัลฟา( $\alpha$ )ที่เหมาะสมของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ ในครั้งนี้แสดงในภาคผนวกที่ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลลัพธ์การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดย

##### โปรแกรม Mathcad6.0+

#### 4.4.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 และ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540

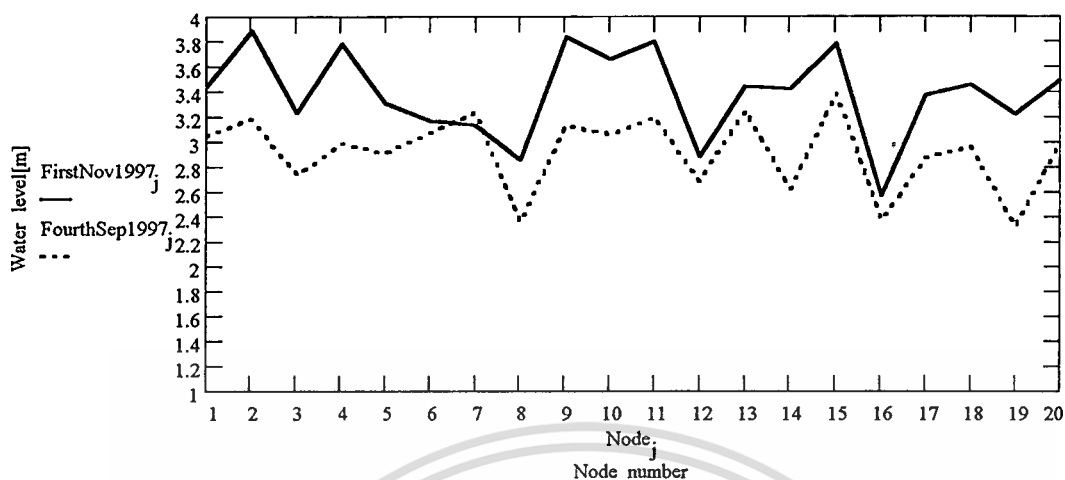
การหาผลลัพธ์ของระดับน้ำในแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังจะมีข้อมูลการระบายน้ำทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา 2 วันคือ วันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 และ วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 แต่ในการคำนวณหาผลเฉลยของระดับน้ำในกรณีอื่นต่อไปจะเลือกใช้ข้อมูลทางชลศาสตร์ของพื้นที่เขตลาดกระบังในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 เนื่องจากระดับน้ำในคลองมีระดับสูงกว่าระดับน้ำเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540 โดยกำหนดให้ปมที่เป็นขอบเขตพื้นที่ศึกษาได้แก่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20 อยู่ในสภาวะการไหลแบบคงตัว(Steady state flow) คือมีระดับน้ำที่คงที่ตลอดเวลา ช่วงเวลาหาผลเฉลยของแบบจำลอง 4320 นาที ดังนั้นในสภาวะที่ระดับน้ำในปมขอบเขตพื้นที่ศึกษาเป็นสภาวะการไหลแบบคงตัวจะไม่มีน้ำท่าจากนอกระบบไหลเข้าสู่พื้นที่ศึกษาจึงสามารถที่จะหาผลเฉลยของระดับน้ำที่ปมศูนย์กลางได้แก่ ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 ได้ ผลการวิเคราะห์หาผลเฉลยของระดับน้ำที่ปมศูนย์กลางได้แก่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 สรุปแสดงในตารางที่ 10 และ 11 ซึ่งจากตารางจะเห็นว่าสภาพการระบายน้ำของคลองในปัจจุบัน ในกรณีไม่มีฝนตกลงในพื้นที่ศึกษาและเป็นสภาวะการไหลแบบคงตัว(Steady state flow) จะสามารถระบายน้ำได้อย่างปลอดภัยไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นตลิ่ง

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพการระบายน้ำเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ.2540

ปม	ผลต่างระดับน้ำที่นาที่เริ่มต้น และนาที่สุดท้าย[m]	ผลการประเมิน	ค่าอัลฟา( $\alpha$ )ที่เหมาะสม [min <sup>-1</sup> ]
5	+0.009	ระบบคลองในพื้นที่ศึกษา สามารถระบายน้ำได้อย่าง ปลอดภัยไม่มีปมใดที่มี ปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นออก นอกพื้นที่คลอง	3.1
6	-0.0006358		
7	-0.007		
10	+0.002		
11	-0.005		
12	+0.002		
13	-0.004		

ตารางที่ 11 ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพการระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

ปม	ผลต่างระดับน้ำที่นาที่เริ่มต้น และนาที่สุดท้าย[m]	ผลการประเมิน	ค่าอัลฟา( $\alpha$ )ที่เหมาะสม [min <sup>-1</sup> ]
5	+0.009	ระบบคลองในพื้นที่ศึกษา สามารถระบายน้ำได้อย่าง ปลอดภัยไม่มีปมใดที่มี ปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นออก นอกพื้นที่คลอง	3.1
6	+0.002		
7	+0.0003899		
10	+0.002		
11	-0.011		
12	+0.003		
13	-0.002		



ภาพที่ 29 ระดับน้ำในแต่ละปมเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2540  
และวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 หรือระบบที่ III

#### 4.4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-3}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง ในครั้งนี้จะใช้พื้นที่คาบยูนินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา ( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ที่ขอบเขตพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว (ปมที่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลาง (ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะเป็นการไหลแบบไม่คงตัว (unsteady state flow) คือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 12 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที ได้เลยเนื่องจากระดับน้ำจะสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาต่ำกว่า 90 นาที ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ ข

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสม  $1.5 \text{ min}^{-1}$  กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

ค่าปัจจัย ลดทอน	ปมที่เกิดน้ำ ท่วม	เวลาที่น้ำเริ่ม ท่วมตถึง [min]	ระดับน้ำท่วมเหนือ ตถึง [m]	ความเร็วกระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำท่วม [m <sup>3</sup> ]
0.1	5	6	0.022	$5.156 \times 10^{-4}$	$4.534 \times 10^4$
	6	8	0.022	$2.903 \times 10^{-4}$	$1.355 \times 10^5$
	7	39	0.014	$7.722 \times 10^{-5}$	$9.240 \times 10^4$
	10	39	0.014	$2.639 \times 10^{-4}$	$9.174 \times 10^4$
	11	39	0.014	0.002	$1.092 \times 10^5$
	12	45	0.124	$9.472 \times 10^{-4}$	$1.864 \times 10^5$
	13	51	0.010	$3.529 \times 10^{-4}$	$7.018 \times 10^4$
0.3	5	3	0.063	$5.156 \times 10^{-4}$	$1.301 \times 10^5$
	6	4	0.070	$2.903 \times 10^{-4}$	$4.243 \times 10^5$
	7	14	0.059	$7.722 \times 10^{-4}$	$3.984 \times 10^5$
	10	14	0.059	$2.639 \times 10^{-4}$	$3.951 \times 10^5$
	11	14	0.061	0.002	$4.811 \times 10^5$
	12	16	0.601	$9.472 \times 10^{-4}$	$6.592 \times 10^5$
	13	18	0.056	$3.529 \times 10^{-4}$	$3.766 \times 10^5$
0.6	5	2	0.110	$5.156 \times 10^{-4}$	$2.270 \times 10^5$
	6	3	0.139	$2.903 \times 10^{-4}$	$8.452 \times 10^5$
	7	8	0.121	$7.722 \times 10^{-4}$	$8.133 \times 10^5$
	10	8	0.120	$2.639 \times 10^{-4}$	$8.059 \times 10^5$
	11	8	0.129	0.002	$1.021 \times 10^6$
	12	9	0.130	$9.472 \times 10^{-4}$	$1.435 \times 10^6$
	13	10	0.119	$3.529 \times 10^{-4}$	$7.957 \times 10^5$

#### 4.4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที ระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที และ ค่าอัลฟา( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ขอบเขตพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลาง(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะมีการไหลแบบไม่คงตัวคือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะหาผลเฉลยของระดับน้ำที่เวลานาทีสุดท้ายสามารถที่จะสรุปผลแสดงในตารางที่ 13 จากตารางจะเห็นว่า การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำของคลองในพื้นที่เขตลาดกระบังที่ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 และ 0.3 พบว่าระบบระบายน้ำของคลองปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้นนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ ส่วนปมที่ 5 และ 6 ไม่สามารถรองรับปริมาณความเข้มข้นและช่วงระยะเวลาฝนตกได้เนื่องจากระดับน้ำจะสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาต่ำกว่า 90 นาที ส่วนที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.6 พบว่าระบบระบายน้ำของคลองปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้นนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้เนื่องจากระดับน้ำในคลองของปมเหล่านี้มีระดับสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาต่ำกว่า 90 นาที ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ ข

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสม  $1.5 \text{ min}^{-1}$  กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่เกิดน้ำท่วม	เวลาที่น้ำเริ่มท่วมถึง [min]	ระดับน้ำท่วมเหนือตลิ่ง [m]	ความเร็วกระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำท่วม[m <sup>3</sup> ]
0.1	5	48	0.001	$5.156 \times 10^{-4}$	$2.448 \times 10^3$
	6	64	0.0007548	$2.903 \times 10^{-4}$	$4.600 \times 10^3$
0.3	5	17	0.006	$5.156 \times 10^{-4}$	$1.216 \times 10^4$
	6	22	0.006	$2.903 \times 10^{-4}$	$3.370 \times 10^4$
0.6	5	9	0.013	$5.156 \times 10^{-4}$	$2.655 \times 10^4$
	6	12	0.013	$2.903 \times 10^{-4}$	$7.740 \times 10^4$
	7	63	0.004	$7.722 \times 10^{-4}$	$2.937 \times 10^4$
	10	63	0.004	$2.639 \times 10^{-4}$	$2.904 \times 10^4$
	11	63	0.004	0.002	$3.419 \times 10^4$
	12	74	0.029	$9.472 \times 10^{-4}$	$3.150 \times 10^4$
	13	84	0.001	$3.529 \times 10^{-4}$	$7.150 \times 10^3$

#### 4.4.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสถานะการไหลแบบคงตัว (Steady state flow) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้พื้นที่คาบยอนพิณิจ 2.875 ปี ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา( $\alpha$ )  $1.5 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ที่ขอบของพื้นที่ศึกษาอยู่ในสถานะการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 9 14 15 16 17 18 19 และ 20) ส่วนปมที่อยู่ในบริเวณศูนย์กลาง(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะมีสถานะการไหลแบบไม่คงตัว คือระดับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 14 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับพื้นที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้อย่างปลอดภัย

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ที่ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) ที่เหมาะสม  $1.5 \text{ min}^{-1}$  กรณีไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบัง

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่ไม่เกิดน้ำท่วม	ความเร็วกระแส[m/min]
0.1	5	$5.156 \times 10^{-4}$
	6	$2.903 \times 10^{-4}$
	7	$7.722 \times 10^{-4}$
	10	$2.639 \times 10^{-4}$
	11	0.002
	12	$9.472 \times 10^{-4}$
	13	$3.529 \times 10^{-4}$
0.3	5	$5.156 \times 10^{-4}$
	6	$2.903 \times 10^{-4}$
	7	$7.722 \times 10^{-4}$
	10	$2.639 \times 10^{-4}$
	11	0.002
	12	$9.472 \times 10^{-4}$
	13	$3.529 \times 10^{-4}$
0.6	5	$5.156 \times 10^{-4}$
	6	$2.903 \times 10^{-4}$
	7	$7.722 \times 10^{-4}$
	10	$2.639 \times 10^{-4}$
	11	0.002
	12	$9.472 \times 10^{-4}$
	13	$3.529 \times 10^{-4}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-3}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 820.00 และ 1094.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำในปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 10 20 และ 30 เครื่องตามลำดับ ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) 9595 min<sup>-1</sup> จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ที่ขอบของพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ที่ศึกษา (ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะมีการไหลแบบไม่คงตัวคือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 15 จากตารางจะเห็นว่าที่ปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min พบว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 และ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ ส่วนปมอื่นๆรวมทั้งปมที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มข้นและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นตลิ่งของคลอง ส่วนค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3 และ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 และ 1094.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ พบว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้นนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ ส่วนปมที่ 5 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มข้นและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นตลิ่งของคลอง ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่ เกิด น้ำ ท่วม	เวลาที่น้ำเริ่ม ท่วมตลิ่ง [min] /ระยะเวลาการ เกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำท่วม เหนือตลิ่ง [m]	กำลังระบาย น้ำของเครื่องสูบน้ำ [m <sup>3</sup> /min] ปมที่	ความเร็ว กระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำ ท่วม[m <sup>3</sup> ]	อัลฟ่า ( $\alpha$ ) [min <sup>-1</sup> ]
	5	5/4315	0.0000123	9,15,16, 17,18,19	3.298	25.5	9595
0.1	6	7/4313	0.003000		548.00	1.857	
0.3	6	4/4316	0.003000	820.00	1.857	$1.71 \times 10^4$	9595
0.6	6	3/4317	0.002000	1094.00	1.857	$1.45 \times 10^4$	9595

#### 4.4.6 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 166.00 และ 222.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำในปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 5 10 และ 15 เครื่องตามลำดับ ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที ระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟ่า( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ที่ยอดของพื้นที่ศึกษามีสภาวะการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ที่ศึกษา(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13)จะเป็นการไหลแบบไม่คงตัวคือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 16 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 และ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มฝนนี้ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ ส่วนปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความชื้นฝนและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นตลิ่งของคลอง คูระบายเอียงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่เกิดน้ำท่วม	เวลาที่น้ำเริ่มท่วมถึง [min]/ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำท่วมเหนือตลิ่ง [m]	กำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ [m <sup>3</sup> /min] ปมที่ 9,15,16, 17,18,19	ความเร็วกระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำท่วม [m <sup>3</sup> ]	อัลฟา(α) [min]
0.1	5	18/4302	0.000098	112.00	3.298	204	9595
	6	37/4283	0.003000		1.857	$1.9 \times 10^4$	
0.3	5	11/4309	0.000110	166.00	3.298	229.5	9595
	6	18/4302	0.003000		1.857	$1.920 \times 10^4$	
0.6	5	7/4313	0.00008	222.00	3.298	178.5	9595
	6	11/4309	0.003000		1.857	$1.91 \times 10^4$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.7 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น $2.65 \times 10^{-6}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00 16.00 และ 33.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำในปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 1 เครื่องตามลำดับ ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา( $\alpha$ ) 9595 min<sup>-1</sup> จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ขอบของพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษา(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะเป็นการไหลแบบไม่คงตัวคือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 17 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 6 และ 16 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้นนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ เนื่องจากระดับน้ำในคลองมีระดับสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาที่ยาวกว่า 90 นาที ส่วนปมอื่นๆที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มข้นและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดย  
โปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  
 $2.65 \times 10^{-6}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19

ค่า ปัจจัย ลด ทอน	ปมที่ เกิดน้ำ ท่วม	เวลาที่น้ำเริ่ม ท่วมตลิ่ง [min] /ระยะเวลาการ เกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำ ท่วมเหนือ ตลิ่ง [m]	กำลังระบาย น้ำของเครื่อง สูบน้ำ [m <sup>3</sup> /min]ปมที่ 9,15,16, 17,18,19	ความเร็ว กระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำ ท่วม[m <sup>3</sup> ]	อัตรา ( $\alpha$ ) [min <sup>-1</sup> ]
0.1	5	45/4270	0.000886	5.00	3.298	$1.836 \times 10^3$	9595
	6	88/4232	0.004000		1.857	$2.24 \times 10^4$	
	16	29/4291	0.000486		5.493	$4.266 \times 10^3$	
0.3	5	7/4313	0.000787	16.00	3.298	$1.632 \times 10^3$	9595
	6	85/4235	0.004000		1.857	$2.2 \times 10^4$	
	16	29/4291	0.000422		5.493	$3.704 \times 10^3$	
0.6	5	38/4282	0.00060	33.00	3.298	$1.25 \times 10^3$	9595
	6	81/4239	0.003000		1.857	$2.10 \times 10^4$	
	16	29/4291	0.00031		5.493	$2.754 \times 10^3$	

4.4.8 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อน  
พินิจ 2.875 ปี ค่าความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 อัตรา  
กำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 820.00 และ 1094.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำในปมที่ 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 10 20 และ 30 เครื่องตามลำดับ ติดตั้ง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจําเวลาสูบที่ 9 ประจําเวลาเปิด 0.80 เมตร ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ขอบของพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษา(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะเป็นการไหลแบบไม่คงตัวคือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 18 จากตารางจะเห็นว่าที่ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$  พบว่าระบบระบายน้ำของคลองที่มีปมที่เป็นศูนย์กลางของพื้นที่เขตลาดกระบังได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มฝนนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ เนื่องจากระดับน้ำในคลองมีระดับสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาที่ยาวกว่า 90 นาที ส่วนปมอื่นๆรวมทั้งปมที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มฝนและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย และที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3, 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 และ  $1094.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ตามลำดับ พบว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มฝนนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ เนื่องจากระดับน้ำในคลองมีระดับสูงเกินระดับตลิ่งจึงทำให้มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นคลอง ส่วนปมอื่นๆที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มฝนและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย **ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข**

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่เกิดน้ำท่วม	เวลาที่น้ำเริ่มท่วมตลิ่ง [min] /ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำท่วมเหนือตลิ่ง [m]	กำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ [m <sup>3</sup> /min] ปมที่ 15,16, 17,18,19	ความเร็วกระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำท่วม [m <sup>3</sup> ]	อัลฟา (α) [min <sup>-1</sup> ]
0.1	5	5/4315	0.00002461	548.00	3.298	51.0	9595
	6	7/4313	0.003		1.857	$1.89 \times 10^4$	
0.3	6	4/4316	0.003	820.00	1.857	$1.82 \times 10^4$	9595
0.6	6	3/4317	0.002	1094.00	1.857	$1.45 \times 10^4$	9595

#### 4.4.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มฝน $2.65 \times 10^{-4}$ m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ค่าความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 166.00 และ 222.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่องสูบน้ำในปมที่ 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 5 10 และ 15 เครื่อง ตามลำดับ ติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9 เป็ดยกบาน 0.80 เมตร ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผลเฉลย 4320 นาที ค่าอัลฟา(α) 9595 min<sup>-1</sup> จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นจะกำหนดให้การไหลของน้ำของปมที่อยู่ที่ขอบของพื้นที่ที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วนปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ที่ศึกษา(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13) จะเป็นการไหลแบบไม่คงตัว คือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 19 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 และ 6 ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มฝนนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ เนื่องจากระดับน้ำในคลองมีระดับสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาที่ยาวกว่า 90 นาที ส่วนปมอื่นๆที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ที่ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มฝนและช่วงระยะเวลาฝนตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นคลอง ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่ เกิดน้ำ ท่วม	เวลาที่น้ำเริ่ม ท่วมตลิ่ง [min] /ระยะเวลาการ เกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำ ท่วมเหนือ ตลิ่ง [m]	กำลังระบาย น้ำของเครื่อง สูบน้ำ[m <sup>3</sup> /min] ปมที่ 15,16, 17,18,19	ความเร็ว กระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตร น้ำท่วม [m <sup>3</sup> ]	อัลฟา ( $\alpha$ ) [min <sup>1</sup> ]
0.1	5	18/4302	0.0006153	112.00	3.298	127.5	9595
	6	37/4283	0.003000		1.857	$1.89 \times 10^4$	
0.3	5	11/4309	0.0000861	166.00	3.298	178.5	9595
	6	18/4302	0.003000		1.857	$1.91 \times 10^4$	
0.6	5	7/4313	0.0000492	222.00	3.298	102.0	9595
	6	11/4309	0.003000		1.857	$1.9 \times 10^4$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน

พ.ศ. 2540 ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ  
ปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังในครั้งนี้จะใช้ฝนที่คาบย้อน  
พินิจ 2.875 ปี ค่าความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6  
อัตราการล้างการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00 16.00 และ 33.00 m<sup>3</sup>/min ตามลำดับ ติดตั้งเครื่อง  
สูบน้ำในปมที่ 15 16 17 18 และ 19 จำนวนปมละ 1 เครื่องตามลำดับ ติดตั้งประตูระบายน้ำปม  
ที่ 9 ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 เมตร ช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาที และระยะเวลาของการหาค่าผล  
เฉลี่ย 4320 นาที ค่าอัลฟา ( $\alpha$ )  $9595 \text{ min}^{-1}$  จากการกำหนดเงื่อนไขจะกำหนดให้การไหลของน้ำ  
ของปมที่อยู่ขอบของพื้นที่ศึกษาเป็นการไหลแบบคงตัว(ปมที่ 1 2 3 4 8 14 และ 20) ส่วน  
ปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษา(ปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13) จะเป็นการไหลแบบ  
ไม่คงตัว คือระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา จากการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวจะได้  
ผลเฉลยดังแสดงในตารางที่ 20 จากตารางจะเห็นว่าระบบระบายน้ำของคลองที่ปมที่ 5 6 และ 16  
ไม่สามารถรองรับฝนที่ความเข้มข้นนี้ในช่วงระยะเวลาฝนตก 90 นาทีได้ เนื่องจากระดับน้ำใน  
คลองมีระดับสูงเกินระดับตลิ่งในเวลาต่ำกว่า 90 นาที ส่วนปมอื่นๆที่อยู่ศูนย์กลางของพื้นที่ที่  
ศึกษาเช่นปมที่ 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณความเข้มข้นในช่วงระยะเวลาฝน  
ตกดังกล่าวได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากไม่มีปริมาณน้ำไหลเอ่อล้นคลอง ดูรายละเอียดในภาคผนวก  
ช

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังโดยโปรแกรม Mathcad6.0+เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min กรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตุนบายน้ำปมที่ 9

ค่าปัจจัยลดทอน	ปมที่เกิดน้ำท่วม	เวลาที่น้ำเริ่มท่วมตลิ่ง [min] /ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม [min]	ระดับน้ำท่วมเหนือตลิ่ง [m]	กำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ [m <sup>3</sup> /min] ปมที่ 15,16, 17,18,19	ความเร็วกระแสน้ำ [m/min]	ปริมาตรน้ำท่วม [m <sup>3</sup> ]	อัลฟา ( $\alpha$ ) [min <sup>1</sup> ]
0.1	5	45/4275	0.0008369	5.00	3.298	$1.734 \times 10^3$	9595
	6	88/4232	0.004000		1.857	$2.220 \times 10^3$	
	16	29/4291	0.0000471		5.493	$4.136 \times 10^3$	
0.3	5	42/4278	0.0007261	16.00	3.298	$1.505 \times 10^3$	9595
	6	85/4235	0.004000		1.857	$2.170 \times 10^3$	
	16	29/4391	0.0004073		5.493	$3.575 \times 10^3$	
0.6	5	38/4282	0.0005538	33.00	3.298	$1.148 \times 10^3$	9595
	6	81/4239	0.003000		1.857	$2.090 \times 10^4$	
	16	29/4291	0.0002978		5.493	$2.614 \times 10^3$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าตัวแปรของแบบจำลองที่เสนอ

จากผลการใช้ข้อมูลของระบบระบายน้ำการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (CUFLOMM) หรือระบบที่ I และการระบายน้ำของคลองในประเทศไทยหรือระบบที่ II ในแบบจำลองที่เสนอ พบว่าผลเฉลยของระดับน้ำได้จากการคำนวณและค่าระดับน้ำที่วัดได้จากภาคสนาม มีความสอดคล้องและใกล้เคียงกันนอกจากนี้ยังมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์น้อยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความน่าเชื่อถือและความมั่นใจว่าแบบจำลองที่เสนอขึ้นสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาผลเฉลยสำหรับแบบจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5.2 สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองเหตุการณ์กระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

การจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง โดยใช้ข้อมูลของพื้นที่เขตลาดกระบังที่สำรวจเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540 เป็นเงื่อนไขเริ่มต้นและใช้ค่าฝนที่คาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ช่วงเวลาฝนตก 1.5 ชั่วโมง ปริมาณความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$   $2.65 \times 10^{-4}$  และ  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ตามลำดับ ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ทั้งในสถานะที่มีและไม่มีเครื่องสูบน้ำและสถานะที่มีและไม่มีเครื่องสูบน้ำในเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน 9 เหตุการณ์ พบว่าได้ข้อสรุปดังนี้

5.2.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสถานะการไหลแบบคงตัว ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min, ในกรณีที่ไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบังด้วยเครื่องสูบน้ำแล้วจะทำให้เกิดน้ำท่วมในปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12

5.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสถานะไหลแบบคงตัว ที่ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ในกรณีที่ไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบังด้วยเครื่องสูบน้ำแล้วพบว่าค่าปัจจัยลดทอนจะมีผลต่อการเกิดน้ำท่วมที่ปมต่างๆ นั่นคือที่ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ

0.1 และ 0.3 จะทำให้เกิดน้ำท่วมที่ปมที่ 5 และ 6 ส่วนที่ค่าปัจจัยการลดทอนเท่ากับ 0.6 จะเกิดน้ำท่วมในปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อค่าปัจจัยลดทอนมีค่าเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของพื้นดินน้อยลง รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 13

5.2.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ในกรณีที่ไม่มีการระบายน้ำออกนอกพื้นที่เขตลาดกระบังด้วยเครื่องสูบน้ำพบว่าพื้นที่ของปมที่ 5 6 7 10 11 12 และ 13 สามารถรองรับปริมาณน้ำฝนที่ความเข้มข้นนี้ได้อย่างปลอดภัยทุกปม รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 14

5.2.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 พบว่าที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 ปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 ส่วนค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3 และ 0.6 ปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 6 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำแล้วจะเห็นว่าประสิทธิภาพที่แท้จริงของเครื่องสูบน้ำทั้งหมดในกรณีนี้สามารถที่จะระบายน้ำได้อย่างเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ทุกปม แต่จากการคำนวณของผลเฉลยแสดงให้เห็นว่ามีบางปมที่เครื่องสูบน้ำไม่สามารถระบายน้ำในปมนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเกิดจากปมที่ 5 และ 6 นั้นไม่มีเครื่องสูบน้ำติดตั้งอยู่ที่ปมนั้นโดยตรงและอีกประการหนึ่งคือ ระยะทางที่ไกลเกินไประหว่างปมที่ 16 และ 17 กับปมที่อยู่บริเวณศูนย์กลางของพื้นที่ศึกษาจึงทำให้เป็นอุปสรรคในการระบายน้ำ รายละเอียดคังแสดง ในตารางที่ 15

5.2.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 พบว่าปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 เนื่องจากเป็นปมที่อยู่ห่างจากปมที่ 16 และ 17 ซึ่งเป็นปมที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำจึงทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำของปมที่ 5 และ 6 ไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งกำลังความสามารถในการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในแต่ละกรณีจะขึ้นอยู่กับค่าปัจจัยลดทอนและปริมาณความเข้มข้น ถ้าค่าปัจจัยลดทอนและค่าปริมาณความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นก็ต้องเพิ่มอัตรากำลังความสามารถของเครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้นด้วย รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 16

5.2.6 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 15 16 17 18 และ 19 พบว่าปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 6 และ 16 จากกรณีดังกล่าวจะพบว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นลดลงในขณะเดียวกันก็ลดอัตรากำลังความสามารถของเครื่องสูบน้ำลงจะทำให้มีจำนวนปมที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจำนวน 3 ปม แม้กระทั่งปมที่ 16 ซึ่งเป็นปมที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำก็ยังเกิดน้ำท่วมมีสาเหตุมาจากพื้นที่ของคลองหนองคาซึ่งเป็นที่ตั้งของปมที่ 16 มีพื้นที่ขนาดเล็กคือ  $1852.56 \text{ m}^2$  ไม่สามารถระบายน้ำด้วยอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังความสามารถของเครื่องสูบน้ำ 5.00 16.00 และ 33.00  $\text{m}^3/\text{min}$ . ตามลำดับ ที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1 0.3 และ 0.6 ตามลำดับได้ รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 17

5.2.7 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3} \text{ m/min}$  ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9 พบว่าเมื่อพิจารณาค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 ปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 และที่ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3 และ 0.6 ปมที่เกิดน้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 6 จากกรณีศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาข้อที่ 4 ซึ่งปมที่ 9 ออกแบบการติดตั้งประตูระบายน้ำแทนการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ ผลเฉลยจากการคำนวณผลปรากฏว่าเงื่อนไขของระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม เวลาเริ่มต้นเกิดน้ำท่วม อัตราเร็วกระแส น้ำ มีค่าสอดคล้องกันทำให้ประเมินได้ว่าประสิทธิภาพการระบายน้ำของประตูระบายน้ำเมื่อประตูระบายน้ำเปิด 0.8 เมตร และใช้เครื่องสูบน้ำกำลังความสามารถในการระบาย  $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$  จำนวนปมละ 5 เครื่อง ซึ่งใช้จำนวนเครื่องสูบน้ำน้อยกว่ากรณีศึกษาข้อ 4 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการระบายน้ำจะเหมือนกันกับกรณีศึกษาข้อ 4 ส่วนที่ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3 และ 0.6 จะทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมปมที่ 6 รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 18

5.2.8 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4} \text{ m/min}$  ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9 พบว่าปมที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาในข้อที่ 5 จะเห็นว่าเมื่อติดตั้งประตูระบายน้ำแทนการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 9 แต่ปมที่ 15 16 17 18 และ 19 ยังคงติดตั้งเครื่องสูบน้ำด้วยอัตรากำลังความสามารถการระบายน้ำเท่าเดิมแต่ใช้จำนวนเครื่องสูบน้ำลดลงครึ่งหนึ่งคือติดตั้งเครื่องสูบน้ำจำนวนปมละ 10 เครื่อง รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 19

5.2.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ ที่ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6} \text{ m/min}$  ในกรณีมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำปมที่ 15 16 17 18 และ 19 และติดตั้งประตูระบายน้ำปมที่ 9 เมื่อพิจารณาผลเฉลยจากการคำนวณพบว่าปมที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมได้แก่ ปมที่ 5 และ 6 และ 16 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการระบายน้ำในกรณีศึกษาข้อที่ 6 จะเห็นว่าประสิทธิภาพในการระบายน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีที่ติดตั้งประตูระบายน้ำที่ ปมที่ 9 และประตูระบายน้ำเปิด 0.8 เมตร. จะใช้เครื่องสูบน้ำที่มีอัตรากำลังความสามารถระบายน้ำเท่าเดิมและจำนวนเครื่องน้อยลงครึ่งหนึ่งคือติดตั้งเครื่องสูบน้ำในปมที่ 15 16 17 18 และ 19 จำนวน ปมละ 15 เครื่อง รายละเอียดคังแสดงในตารางที่ 20

## ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

การสร้างแบบจำลองเพื่อการระบายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังครั้งนี้ จำเป็นที่จะต้องมีความแม่นยำของผลลัพธ์มากที่สุด ดังนั้นข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขเบื้องต้นต้องมีความถูกต้องและมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้อยที่สุดในระหว่างที่ทำการประมวลผล จึงจะทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมามีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงและสามารถที่จะนำมาเป็นบรรทัดฐานในการวางแผนและปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ การสร้างแบบจำลองนี้ได้พยายามจัดสร้างตามสภาพความเป็นจริงของลักษณะภูมิประเทศที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการและมาตรการป้องกันและจัดการระบายน้ำท่วมขังที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่กระนั้นการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังก็ยังประสบปัญหาและอุปสรรคต่างๆมากมายดังนี้

1. บริเวณสองข้างของคลองมีประชาชนปลูกบ้านหรือที่พักอาศัยรุกล้ำลงไปในลำคลองจึงทำให้พื้นที่ของคลองระบายน้ำและกักเก็บน้ำมีน้อยกว่าที่เป็นจริง และจะส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ออกมามีค่าผิดพลาด
2. ในสภาพคลองโดยทั่วไปในเขตลาดกระบังจะมีวัชพืชขึ้นปกคลุมที่ผิวหน้าโดยเฉพาะในฤดูฝนที่น้ำจะเจริญเติบโตเร็วมากจึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำโดยแรงโน้มถ่วงของโลกหรือการระบายน้ำโดยใช้เครื่องสูบน้ำ ซึ่งในแบบจำลองไม่ได้นำข้อมูลดังกล่าวนี้มาคิดประมวลผลในแบบจำลองด้วย
3. ความไม่แน่นอนของข้อมูลต่างๆ เช่น ระดับพื้นดิน ระดับตลิ่ง ระดับความลึกของกันคลอง เป็นต้น ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาพื้นที่รองรับน้ำและปริมาณการไหลอย่างแท้จริงได้
4. การสร้างแบบจำลองเพื่อระบายน้ำท่วมขังนี้ จำเป็นที่ต้องทราบข้อมูลของลักษณะภูมิประเทศที่แท้จริง เช่นระดับความลาดชัน ความกว้างและความลึกของคลอง เป็นต้น แต่ปรากฏว่าข้อมูลดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ต้องใช้ค่าเฉลี่ยในการคำนวณผลเพราะพื้นที่ที่ทำการศึกษาของแบบจำลองครอบคลุมพื้นที่กว้าง แต่ถ้าข้อมูลดังกล่าวมีความละเอียดและแน่นอนจะทำให้ผลลัพธ์จากการประมวลผลของแบบจำลองมีค่าที่ค่อนข้างแม่นยำ

## ข้อเสนอแนะ

การศึกษากิจการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังได้พิจารณาขอบเขตและเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น โดยกำหนดให้ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจริงมีลักษณะคล้ายแอ่งกักเก็บน้ำสามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ปมหนึ่งไปสู่อีกปมอื่น โดยอิสระ ไม่มีปัญหาและอุปสรรคใดๆ แต่ตามสภาพพื้นที่จริงมีองค์ประกอบอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องในการระบายน้ำอีกเช่น

1. ระบบระบายน้ำส่วนใหญ่ในพื้นที่เขตลาดกระบังเป็นระบบชั่วคราว เมื่อพื้นที่บริเวณใดเกิดน้ำท่วมขังก็จะติดตั้งเครื่องสูบน้ำบริเวณนั้น โดยไม่ได้คำนึงว่าปริมาณน้ำที่ระบายไปนั้นจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทางน้ำผ่านอย่างไรจึงทำให้ประสิทธิภาพและความแน่นอนของการปฏิบัติงานขึ้นอยู่กับสถานการณ์และหน่วยปฏิบัติการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมขัง

2. อุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางทางเดินของน้ำในคลอง เช่น วัชพืช สิ่งปลูกสร้างที่รูก้ำเข้าไปในคลอง

3. ลักษณะรูปร่างของคลองในพื้นที่เขตลาดกระบังไม่ได้มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าเสมอไปทุกคลอง

4. ในสภาพพื้นที่จริงอัตราการไหลของน้ำในคลองมีการไหลแบบไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากมีพื้นที่หน้าตัดคลองที่แตกต่างกัน

5. จำนวนวันที่ยอมให้เกิดสภาพน้ำท่วมโดยไม่เกิดความเสียหาย

6. ระยะเวลาในการเดินทางของน้ำบนพื้นที่มาถึงประตูระบายน้ำที่ปมต่างๆ ที่ไม่สามารถเดินทางมาถึงประตูระบายน้ำได้ทันที

7. เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมวลผลของข้อมูลมาใช้ในการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมขังตามจุดต่างๆ ที่เกิดน้ำท่วมอาจมีประชาชนบางส่วนที่มีความเข้าใจในการปฏิบัติงาน แต่บางส่วนอาจมีปัญหาเมื่อระดับน้ำสูงกว่าปกติในระยะเวลาหนึ่งเมื่อปริมาณน้ำไหลผ่านซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจไม่ถูกต้องนำไปสู่การทำลายอุปกรณ์หรือแนวป้องกันซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาที่รุนแรงขึ้นอีกด้วย

8. ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำในแบบจำลองนี้มีประสิทธิภาพการทำงาน 100 % ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

9. งบประมาณ ในการจัดซื้อเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ ในการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมของสำนักงานเขตลาดกระบังมีจำกัด

ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงถือว่าเป็นการศึกษาเบื้องต้น เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพ และศักยภาพของการระบายน้ำในพื้นที่ของเขตลาดกระบัง โดยใช้เครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ ด้วยการวิเคราะห์ประมวลผลเชิงตัวเลขโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่าศักยภาพของประตูระบายน้ำและเครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพและความสามารถในการระบายน้ำที่เพียงพอต่อพื้นที่เขตลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- 1.สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. โครงการจัดระบบข้อมูลน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . พ.ศ. 2538.
- 2.ภักคินี ยิมเรวัต. การวิเคราะห์เชิงตัวเลข ; พ.ศ.2535.
3. สำนักงานเขตลาดกระบัง. ฝ่ายปกครอง,พ.ศ.2539.
- 4.สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. แบบจำลองการจัดการน้ำท่วม , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; พ.ศ. 2528
- 5.S.S.Makhanov. Mathematical Modelling of the water dynamics in a River or Land-Reclamation system; Water resources research; V.21,N.3,pp.3111-3117;1994.
- 6.โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำคลองด่าน. รายงานประจำปี 2539
- 7.ธงชัย พรสวัสดิ. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน , พิมพ์ครั้งที่ 5 , 354 หน้า. พ.ศ.2538.
8. บัญชีระดับน้ำ.กรมชลประทาน,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
9. ชรรยง ทรัพย์สุขอานวย. วิชาการสำรวจ,พิมพ์ครั้งที่ 4, 288-289 หน้า. พ.ศ.2529.
- 10.Ven Te Chow , D.R. Maidment ,Larry W. Mays. Appiled Hydrology, McGraw-Hill Book Co; 1988, 572 pp.
11. Philip B. Bedenit , Wayne C. Huber. Hydrology and flood analysis, 2nd. Addison-Wesley; 2 nd. 1992,692 pp.
- 12.สำนักงานเขตลาดกระบัง. ฝ่ายโยธา , แผนการติดตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและรายชื่อคลองในเขตลาดกระบัง ; พ.ศ. 2539.
- 13.วีระพล แต่สมบัติ. หลักอุทกวิทยา , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์ ; พ.ศ. 2538.
- 14.กีรติ ลีวัจนกุล. วิศวกรรมชลศาสตร์ , สำนักพิมพ์ รังสิต; กรุงเทพมหานคร ; พ.ศ.2539.

15. Gary Wolff, Stephen J. Burges. An analysis of the influence of river channel properties on flood frequency , Journal of Hydrology ; V.153 , pp.317-337.1994.
16. S.S Makhanov, S. Sangchan, Jochen Amrehn and T. Larsar. Mathematical modeling of flooding in the Eastern areas of Bangkok , 22nd Congress on Science and technology of thailand 1996.
17. Helmut Elsenbeer , Daniel Loriri. Mixing model approaches to estimate storm flow sources in an overland dominated tropical rain forest catchment , Water Resources Research ;V.31, N.9 ,pp. 2276 - 2278. 1995.
18. Elizabeth M. Show. Hydrology in practice, Chapman-Hall; 3th. 1994, 569 pp.
19. Rafael L. Bras. Hydrology, Addison-Wesley; 1990, 643 pp.
20. Warren Viessman; Jr , Gary L. Lewis , John W. Knapp. Introduction to Hydrology, Harper-Row; 3th. 1989, 780 pp.
21. R.C. Ward , M. Robinson. Principle of Hydrology, McGraw-Hill Book Co; 365 pp.
22. กรมชลประทาน. กองจัดสรรน้ำ , แผนป้องกันน้ำท่วมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและแผนป้องกันน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา ปี พ.ศ. 2539.
23. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. โครงการศึกษาข้อมูลและศึกษาภาพการพัฒนาลุ่มน้ำเจ้าพระยา.
24. กรมชลประทาน. การศึกษาศมดุลย์ของน้ำเบื้องต้น โครงการทุ่งฝั่งตะวันออกตอนล่างของลุ่มน้ำ เจ้าพระยา ; พ.ศ. 2538.
25. ผศ.ดร. นพดล เพ็ชรเวช. สภาพการทรุดตัวของแผ่นดินกรุงเทพฯในปัจจุบัน (2538) , โยธาสาร ; 29-32 หน้า. พ.ศ.2538.
26. แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร เนื่องจากน้ำฝนและน้ำหนุนประจำปี 2539.



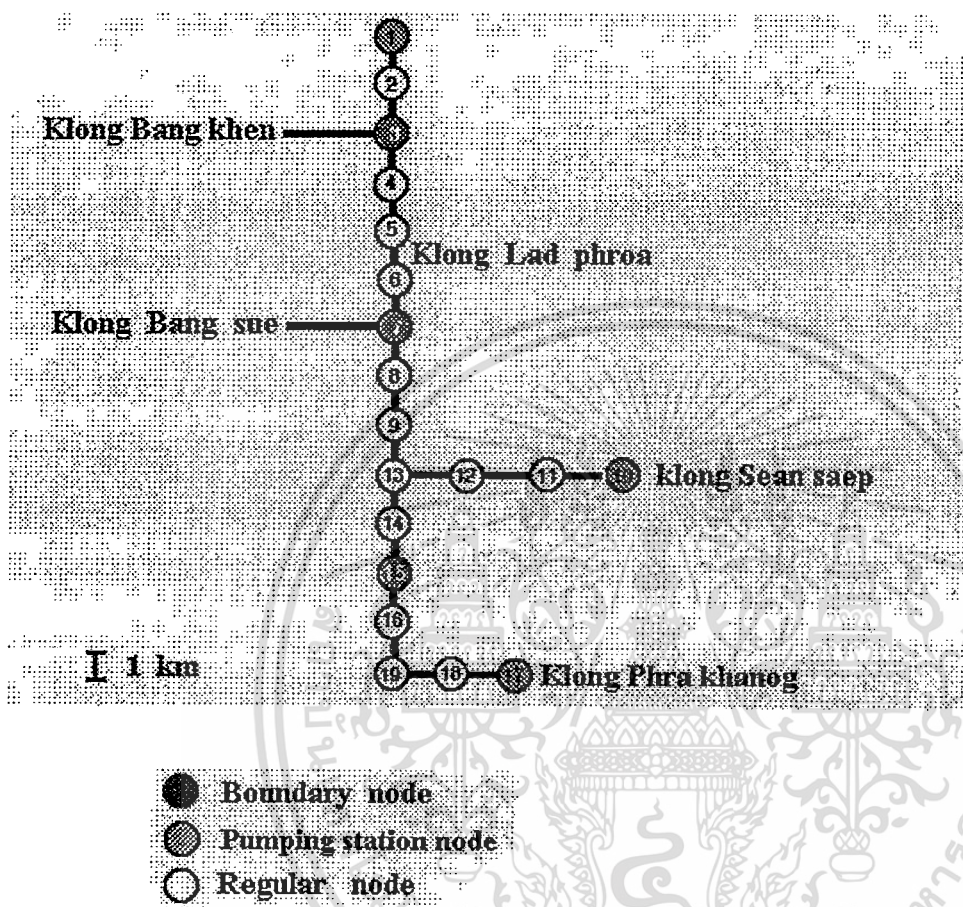
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ข้อมูลแบบจำลองการจัดการน้ำท่วมของ CUFLOMM หรือระบบที่ I ในโปรแกรม Mathcad6.0+

ข้อมูลการจัดการน้ำท่วมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยของ CUFLOMM  
หรือระบบที่ I โดยโปรแกรม Mathcad6.0+



ภาพที่ ก.30 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษาแบบจำลองของ CUFLOMM หรือระบบที่ I

MathCad6.0+ Programme:

## ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองน้ำท่วมของ CUFLOMM หรือระบบที่ I

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 4 & 0 \\ 3 & 5 & 0 \\ 4 & 6 & 0 \\ 5 & 7 & 0 \\ 6 & 8 & 0 \\ 7 & 9 & 0 \\ 8 & 13 & 0 \\ 11 & 0 & 0 \\ 10 & 12 & 0 \\ 11 & 13 & 0 \\ 9 & 12 & 14 \\ 13 & 15 & 0 \\ 14 & 16 & 0 \\ 15 & 19 & 0 \\ 18 & 0 & 0 \\ 17 & 19 & 0 \\ 16 & 17 & 0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 1.01 \\ 0.93 \\ 0.90 \\ 0.85 \\ 0.76 \\ 0.65 \\ 0.58 \\ 0.53 \\ 0.51 \\ 0.84 \\ 0.74 \\ 0.63 \\ 0.49 \\ 0.45 \\ 0.43 \\ 0.33 \\ 0.67 \\ 0.49 \\ 0.14 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} -1.84 \\ -1.88 \\ -1.95 \\ -1.97 \\ -2.00 \\ -2.12 \\ -2.15 \\ -2.19 \\ -2.20 \\ -3.05 \\ -2.95 \\ -3.13 \\ -3.25 \\ -3.30 \\ -3.34 \\ -3.35 \\ -3.58 \\ -3.69 \\ -4.23 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.85 \\ 2.81 \\ 2.85 \\ 2.82 \\ 2.76 \\ 2.77 \\ 2.73 \\ 2.72 \\ 2.71 \\ 3.89 \\ 3.69 \\ 3.76 \\ 3.74 \\ 3.75 \\ 3.77 \\ 3.68 \\ 4.25 \\ 4.18 \\ 4.37 \end{bmatrix}$	R :=	$\begin{bmatrix} 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \\ 1.76 \cdot 10^4 \end{bmatrix}$	๓ :=	$\begin{bmatrix} 4 \cdot 10^3 \\ 3 \cdot 10^3 \\ 3 \cdot 10^3 \\ 6 \cdot 10^3 \\ 1.03 \cdot 10^4 \\ 6.5 \cdot 10^3 \\ 6.5 \cdot 10^3 \\ 1.3 \cdot 10^4 \\ 1.3 \cdot 10^4 \\ 2 \cdot 10^4 \\ 3 \cdot 10^4 \\ 2.8 \cdot 10^4 \\ 2.5 \cdot 10^4 \\ 2.4 \cdot 10^4 \\ 2 \cdot 10^4 \\ 1.5 \cdot 10^4 \\ 2.3 \cdot 10^4 \\ 1.8 \cdot 10^4 \\ 2.8 \cdot 10^4 \end{bmatrix}$	๔L :=	$\begin{bmatrix} 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \\ 6.519 \cdot 10^6 \end{bmatrix}$
B :=	$\begin{bmatrix} 4.0 \\ 3.0 \\ 3.0 \\ 6.0 \\ 10.30 \\ 6.5 \\ 6.5 \\ 13.00 \\ 13.00 \\ 20.00 \\ 30.00 \\ 28.00 \\ 25.00 \\ 24.00 \\ 20.00 \\ 15.00 \\ 23.00 \\ 18.00 \\ 28.00 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \\ 1000 \end{bmatrix}$	q :=	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 6 \cdot 60 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 3 \cdot 60 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	HP :=	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0.88 \\ 0.85 \\ 0.80 \\ 0 \\ 0.60 \\ 0.53 \\ 0.48 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.40 \\ 0.38 \\ 0.28 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขเริ่มต้น:

อัตราการไหลการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำปมที่ 3,15 และ 7 เท่ากับ 3 และ  $6\text{ m}^3/\text{sec}$  ตามลำดับ  
ระยะเวลาฝนตก 3 ชั่วโมง

$$i = 1, 2, \dots, 19$$

$$\omega_i = L_i \cdot B_i$$

$$\text{AreaOfEachNodes}_i := \omega_i$$

$$\text{TotalareaOfLad} := 145000000 \text{ m}^2$$

$$\text{totallength} := \sum_{i=1}^{19} L_i \text{ m}$$

$$\text{totallength} = 1.9 \cdot 10^4 \text{ m}$$

$$\omega L_i := \frac{145000000}{19} \cdot L_i \text{ m}^2$$

$$\text{AreaofCanal}_i := \omega L_i$$

$$\text{Rainfallintensity} := 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ m/min}$$

$$\text{AreaReductionFactor} := 0.6$$

ความเข้มฝนนอกแบบที่ตกในพื้นที่ของปม

$$\text{VolumeOfRainfallInEachNode}_i := R_i$$

$$R_i := 4.5 \cdot 10^{-3} \cdot 0.6 \cdot \omega L_i \text{ m}^3/\text{min}$$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษา

$$Q(H, i) := \sum_{k=1}^3 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot \left[ B_{(M_{i,k})} \right] \cdot \left[ (H_i - Z_i) \cdot (H_i - Z_i) \right] \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \cdot 2 \right], 0 \right]$$

$$I := 1, 2, \dots, 1500$$

$$t := 180$$

เงื่อนไขฝนตกในแต่ละปม

$$q_{\text{rain}}(t, i) := \begin{cases} R_i & \text{if } t \leq 180 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$RR(t, i) := q_{\text{rain}}(t, i)$$

เงื่อนไขการทำงานของเครื่องสูบน้ำในแต่ละปม

$$q(H, i) := \begin{cases} q_i & \text{if } H_i > HP_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$P(H, i) := q(H, i)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรของน้ำในแต่ละปม

$$\text{TotalVolO} := \left[ \sum_{i=1}^{19} (H_i - Z_i) \cdot L_i \cdot B_i + \text{RR}(t, i) \right]$$

$$\text{TotalVolO} = 1.475 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{TotalVol}(i) := \left[ (H_i - Z_i) \cdot L_i \cdot B_i \right] + \text{RR}(t, i)$$

TotalVol(i) ; m<sup>3</sup>

3.201·10 <sup>4</sup>
2.904·10 <sup>4</sup>
2.916·10 <sup>4</sup>
3.753·10 <sup>4</sup>
4.903·10 <sup>4</sup>
3.861·10 <sup>4</sup>
3.835·10 <sup>4</sup>
5.597·10 <sup>4</sup>
5.584·10 <sup>4</sup>
9.841·10 <sup>4</sup>
1.313·10 <sup>5</sup>
1.259·10 <sup>5</sup>
1.141·10 <sup>5</sup>
1.106·10 <sup>5</sup>
9.601·10 <sup>4</sup>
7.581·10 <sup>4</sup>
1.184·10 <sup>5</sup>
9.585·10 <sup>4</sup>
1.43·10 <sup>5</sup>

ปริมาตรความจุของแต่ละปม

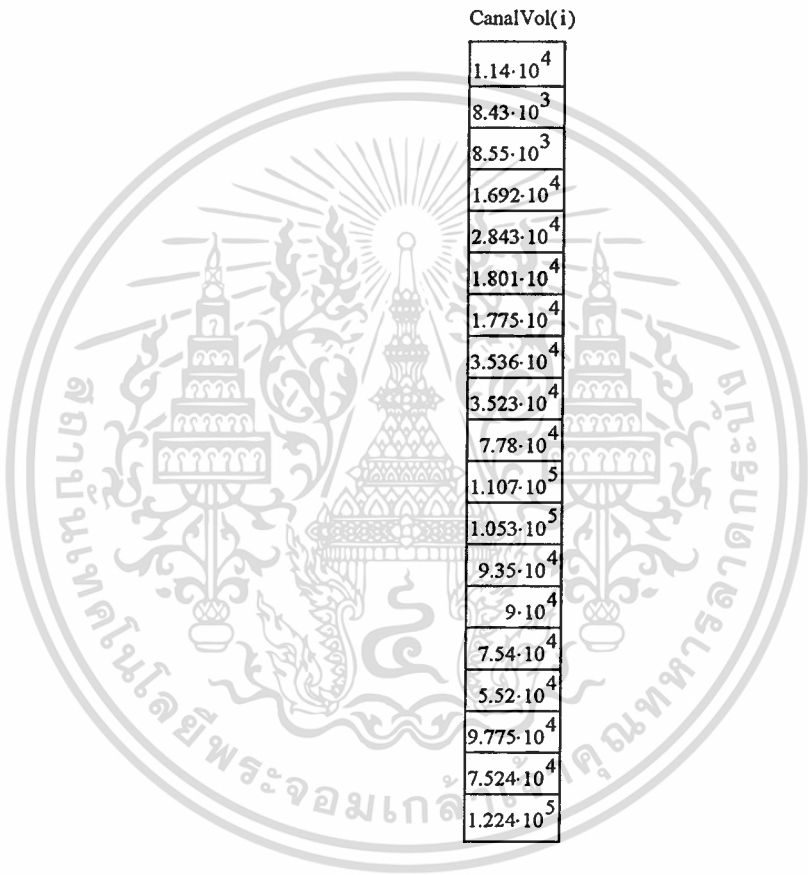
$$\text{CanalVol} := \sum_{i=1}^{19} (H_i - Z_i) \cdot L_i \cdot B_i$$

$$\text{CanalVol} = 1.083 \cdot 10^6$$

$$\text{CanalVol}(i) := (H_i - Z_i) \cdot L_i \cdot B_i$$

CanalVol(i)

1.14·10 <sup>4</sup>
8.43·10 <sup>3</sup>
8.55·10 <sup>3</sup>
1.692·10 <sup>4</sup>
2.843·10 <sup>4</sup>
1.801·10 <sup>4</sup>
1.775·10 <sup>4</sup>
3.536·10 <sup>4</sup>
3.523·10 <sup>4</sup>
7.78·10 <sup>4</sup>
1.107·10 <sup>5</sup>
1.053·10 <sup>5</sup>
9.35·10 <sup>4</sup>
9·10 <sup>4</sup>
7.54·10 <sup>4</sup>
5.52·10 <sup>4</sup>
9.775·10 <sup>4</sup>
7.524·10 <sup>4</sup>
1.224·10 <sup>5</sup>



ระดับน้ำของปมปลายที่ 1,10,17 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

Ts :=	HM1 :=	HM10 :=	HM17 :=
0	1.010	0.840	0.670
250	1.010	0.840	0.670
500	1.010	0.840	0.670
750	1.010	0.840	0.670
1000	1.010	0.840	0.670
1250	1.010	0.840	0.670
1500	1.010	0.840	0.670

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาหาผลเฉลยของแบบจำลอง 1500 นาที

$t := 1, 250.. 1500$

$j := 1, 2.. 7$

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated) ของปมปลายที่ 1,10,17:

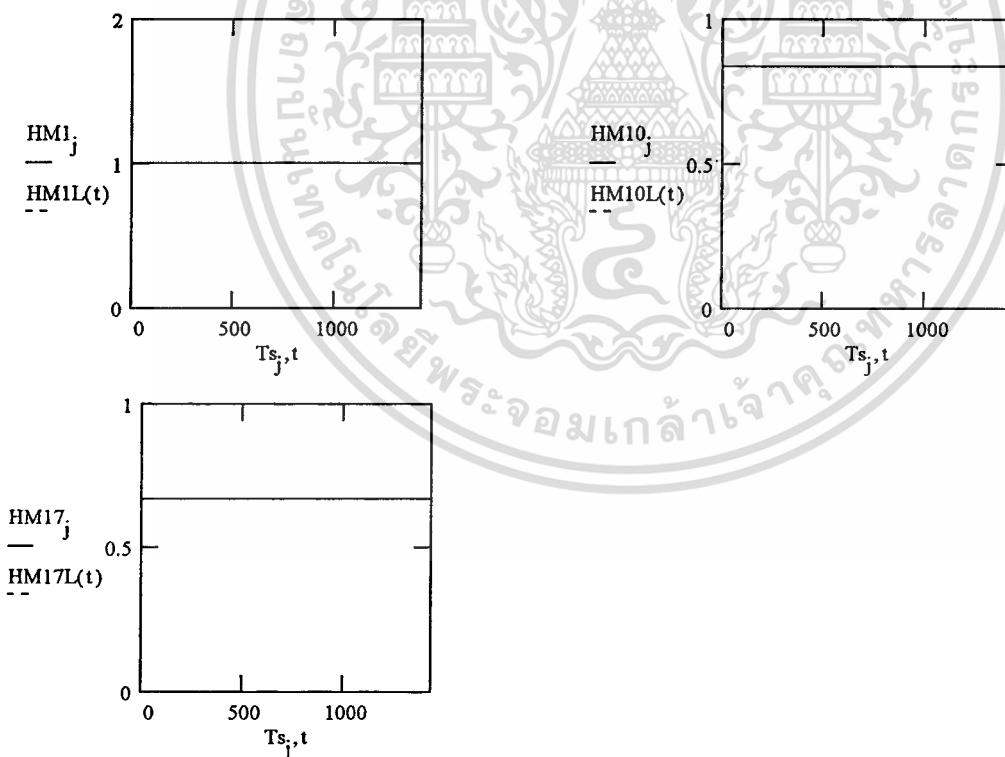
$HM1L(t) := \text{linterp}(Ts, HM1, t)$

$HM10L(t) := \text{linterp}(Ts, HM10, t)$

$HM17L(t) := \text{linterp}(Ts, HM17, t)$

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายที่1,10,17 ระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหล

แบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

$G := \text{rkfixed}(H, 0, 1500, 1500, C)$

$T := G^{<1>} \quad H1 := G^{<2>} \quad H2 := G^{<3>} \quad H3 := G^{<4>} \quad H4 := G^{<5>}$

$H5 := G^{<6>} \quad H6 := G^{<7>} \quad H7 := G^{<8>} \quad H8 := G^{<9>} \quad H9 := G^{<10>}$

$H10 := G^{<11>} \quad H11 := G^{<12>} \quad H12 := G^{<13>} \quad H13 := G^{<14>} \quad H14 := G^{<15>}$

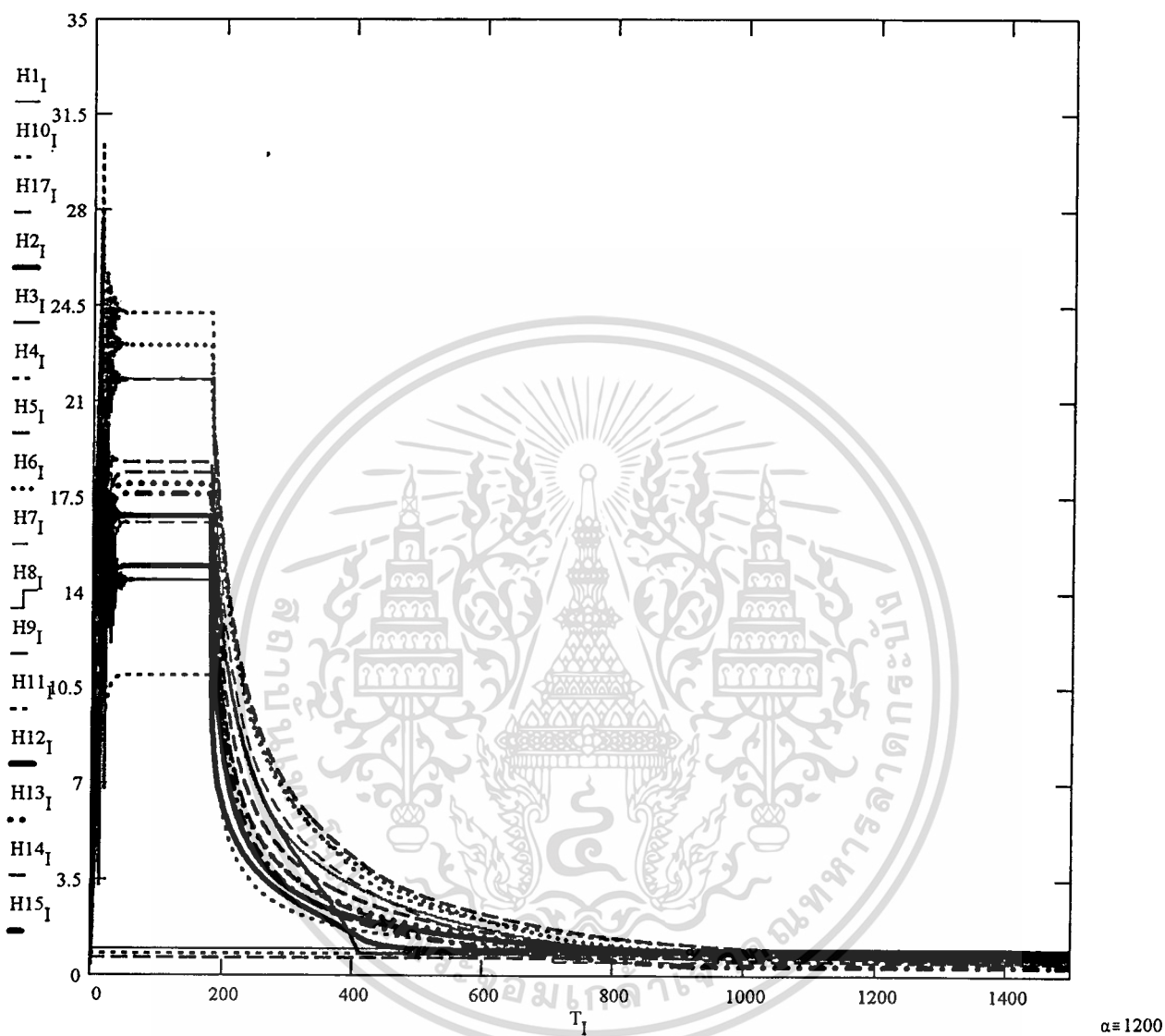
$H15 := G^{<16>} \quad H16 := G^{<17>} \quad H17 := G^{<18>} \quad H18 := G^{<19>} \quad H19 := G^{<20>}$

$C(t, H) :=$

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} HM1L(t) \\ & \frac{Q(H, 2) + RR(t, 2)}{\omega_2} \\ & \frac{Q(H, 3) - P(H, 3) + RR(t, 3)}{\omega_3} \\ & \frac{Q(H, 4) + RR(t, 4)}{\omega_4} \\ & \frac{Q(H, 5) + RR(t, 5)}{\omega_5} \\ & \frac{Q(H, 6) + RR(t, 6)}{\omega_6} \\ & \frac{Q(H, 7) - P(H, 7) + RR(t, 7)}{\omega_7} \\ & \frac{Q(H, 8) + RR(t, 8)}{\omega_8} \\ & \frac{Q(H, 9) + RR(t, 9)}{\omega_9} \\ & \frac{d}{dt} HM10L(t) \\ & \frac{Q(H, 11) + RR(t, 11)}{\omega_{11}} \\ & \frac{Q(H, 12) + RR(t, 12)}{\omega_{12}} \\ & \frac{Q(H, 13) + RR(t, 13)}{\omega_{13}} \\ & \frac{Q(H, 14) + RR(t, 14)}{\omega_{14}} \\ & \frac{Q(H, 15) - P(H, 15) + RR(t, 15)}{\omega_{15}} \\ & \frac{Q(H, 16) + RR(t, 16)}{\omega_{16}} \\ & \frac{d}{dt} HM17L(t) \\ & \frac{Q(H, 18) + RR(t, 18)}{\omega_{18}} \\ & \frac{Q(H, 19) + RR(t, 19)}{\omega_{19}} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลลัพธ์ของระดับน้ำจากการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+



ภาพที่ ก.31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆ  
กับเวลาในพื้นที่ศึกษาของ CUFLOMM หรือระบบที่ I

การประเมินค่าความผิดพลาด

$$\text{FinalWaterLevel2} := H2_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel6} := H6_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel11} := H11_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel3} := H3_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel7} := H7_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel12} := H12_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel4} := H4_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel8} := H8_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel13} := H13_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel5} := H5_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel9} := H9_{1500}$$

$$\text{FinalWaterLevel14} := H14_{1500}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$ErHM2 :=  H2_{1500} - 0.91 $	$ErHM2 = 0.027$	$ErHM8 :=  H8_{1500} - 0.59 $	$ErHM8 = 0.009$
$ErHM3 :=  H3_{1500} - 0.89 $	$ErHM3 = 0.054$	$ErHM9 :=  H9_{1500} - 0.58 $	$ErHM9 = 0.019$
$ErHM4 :=  H4_{1500} - 0.85 $	$ErHM4 = 0.073$	$ErHM11 :=  H11_{1500} - 0.75 $	$ErHM11 = 0.002$
$ErHM5 :=  H5_{1500} - 0.77 $	$ErHM5 = 0.027$	$ErHM12 :=  H12_{1500} - 0.64 $	$ErHM12 = 0.046$
$ErHM6 :=  H6_{1500} - 0.67 $	$ErHM6 = 0.003$	$ErHM13 :=  H13_{1500} - 0.55 $	$ErHM13 = 0.053$
$ErHM7 :=  H7_{1500} - 0.62 $	$ErHM7 = 0.097$	$ErHM14 :=  H14_{1500} - 0.52 $	$ErHM14 = 0.015$

เมตริกซ์ความแตกต่างของระดับน้ำระหว่างแบบจำลองที่เสนอกับแบบจำลองของ CUFLOMM และระดับน้ำที่วัดได้จริง

$ErHM :=$	$HRL :=$
0.027	0.93
0.054	0.90
0.073	0.85
0.007	0.76
0.003	0.65
0.017	0.58
0.009	0.53
0.019	0.51
0.002	0.74
0.046	0.63
0.053	0.49
0.075	0.45

ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยของระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ

$$ErHMC := \sum_{j=1}^{12} \frac{ErHM_j}{12}$$

$$ErHMC = 0.032$$

ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่วัดได้จริง

$$\sum_{j=1}^{12} \frac{HRL_j}{12} = 0.668$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำทุกปม

$$\frac{100 \cdot 0.032}{0.668} = 4.79 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ของแต่ละปม

$$\frac{ErHM2}{0.93} \cdot 100 = 2.926 \% \quad \frac{ErHM6}{0.65} \cdot 100 = 0.511 \% \quad \frac{ErHM11}{0.74} \cdot 100 = 0.273 \%$$

$$\frac{ErHM3}{0.90} \cdot 100 = 6.002 \% \quad \frac{ErHM7}{0.58} \cdot 100 = 16.788 \% \quad \frac{ErHM12}{0.63} \cdot 100 = 7.347 \%$$

$$\frac{ErHM4}{0.85} \cdot 100 = 8.613 \% \quad \frac{ErHM8}{0.53} \cdot 100 = 1.778 \% \quad \frac{ErHM13}{0.49} \cdot 100 = 10.891 \%$$

$$\frac{ErHM5}{0.76} \cdot 100 = 3.487 \% \quad \frac{ErHM9}{0.51} \cdot 100 = 3.677 \% \quad \frac{ErHM14}{0.45} \cdot 100 = 3.287 \%$$

## ค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$HM2 := \begin{bmatrix} 0.930 \\ 3.946 \\ 0.991 \\ 0.934 \\ 0.934 \\ 0.931 \\ 0.937 \end{bmatrix} \quad HM3 := \begin{bmatrix} 0.900 \\ 7.184 \\ 0.846 \\ 0.833 \\ 0.827 \\ 0.803 \\ 0.836 \end{bmatrix} \quad HM4 := \begin{bmatrix} 0.850 \\ 9.101 \\ 2.660 \\ 1.506 \\ 1.039 \\ 0.858 \\ 0.777 \end{bmatrix} \quad HM5 := \begin{bmatrix} 0.760 \\ 9.388 \\ 3.017 \\ 1.581 \\ 1.042 \\ 0.839 \\ 0.743 \end{bmatrix} \quad HM6 := \begin{bmatrix} 0.650 \\ 8.942 \\ 2.857 \\ 1.264 \\ 0.873 \\ 0.732 \\ 0.667 \end{bmatrix} \quad HM7 := \begin{bmatrix} 0.580 \\ 7.775 \\ 2.279 \\ 0.533 \\ 0.521 \\ 0.519 \\ 0.523 \end{bmatrix}$$

$$HM8 := \begin{bmatrix} 0.530 \\ 7.047 \\ 2.371 \\ 1.098 \\ 0.737 \\ 0.619 \\ 0.581 \end{bmatrix} \quad HM9 := \begin{bmatrix} 0.510 \\ 6.132 \\ 2.123 \\ 1.155 \\ 0.767 \\ 0.639 \\ 0.599 \end{bmatrix} \quad HM11 := \begin{bmatrix} 0.740 \\ 3.315 \\ 1.396 \\ 1.014 \\ 0.841 \\ 0.773 \\ 0.752 \end{bmatrix} \quad HM12 := \begin{bmatrix} 0.630 \\ 4.505 \\ 1.676 \\ 1.083 \\ 0.813 \\ 0.716 \\ 0.686 \end{bmatrix} \quad HM13 := \begin{bmatrix} 0.490 \\ 5.345 \\ 1.858 \\ 1.086 \\ 0.739 \\ 0.635 \\ 0.603 \end{bmatrix} \quad HM14 := \begin{bmatrix} 0.450 \\ 5.375 \\ 1.767 \\ 0.958 \\ 0.596 \\ 0.526 \\ 0.505 \end{bmatrix}$$

## เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated) ของปมศูนย์กลาง

$$HM2L(t) := \text{linterp}(Ts, HM2, t) \quad HM6L(t) := \text{linterp}(Ts, HM6, t) \quad HM11L(t) := \text{linterp}(Ts, HM11, t)$$

$$HM3L(t) := \text{linterp}(Ts, HM3, t) \quad HM7L(t) := \text{linterp}(Ts, HM7, t) \quad HM12L(t) := \text{linterp}(Ts, HM12, t)$$

$$HM4L(t) := \text{linterp}(Ts, HM4, t) \quad HM8L(t) := \text{linterp}(Ts, HM8, t) \quad HM13L(t) := \text{linterp}(Ts, HM13, t)$$

$$HM5L(t) := \text{linterp}(Ts, HM5, t) \quad HM9L(t) := \text{linterp}(Ts, HM9, t) \quad HM14L(t) := \text{linterp}(Ts, HM14, t)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในช่วงเวลาของการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM2_j}{7} = 1.372$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM6_j}{7} = 2.284$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM11_j}{7} = 1.262$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM3_j}{7} = 1.747$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM7_j}{7} = 1.819$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM12_j}{7} = 1.444$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM4_j}{7} = 2.399$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM8_j}{7} = 1.855$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM13_j}{7} = 1.537$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM5_j}{7} = 2.481$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM9_j}{7} = 1.704$$

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HM14_j}{7} = 1.454$$

ผลต่างของระดับน้ำในแต่ละปมศูนย์กลางทุกช่วงเวลา 250 นาที

$$ER2 := \begin{bmatrix} |HM2_1 - H2_1| \\ |HM2_2 - H2_{250}| \\ |HM2_3 - H2_{500}| \\ |HM2_4 - H2_{750}| \\ |HM2_5 - H2_{1000}| \\ |HM2_6 - H2_{1250}| \\ |HM2_7 - H2_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER3 := \begin{bmatrix} |HM3_1 - H3_1| \\ |HM3_2 - H3_{250}| \\ |HM3_3 - H3_{500}| \\ |HM3_4 - H3_{750}| \\ |HM3_5 - H3_{1000}| \\ |HM3_6 - H3_{1250}| \\ |HM3_7 - H3_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER4 := \begin{bmatrix} |HM4_1 - H4_1| \\ |HM4_2 - H4_{250}| \\ |HM4_3 - H4_{500}| \\ |HM4_4 - H4_{750}| \\ |HM4_5 - H4_{1000}| \\ |HM4_6 - H4_{1250}| \\ |HM4_7 - H4_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER5 := \begin{bmatrix} |HM5_1 - H5_1| \\ |HM5_2 - H5_{250}| \\ |HM5_3 - H5_{500}| \\ |HM5_4 - H5_{750}| \\ |HM5_5 - H5_{1000}| \\ |HM5_6 - H5_{1250}| \\ |HM5_7 - H5_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER6 := \begin{bmatrix} |HM6_1 - H6_1| \\ |HM6_2 - H6_{250}| \\ |HM6_3 - H6_{500}| \\ |HM6_4 - H6_{750}| \\ |HM6_5 - H6_{1000}| \\ |HM6_6 - H6_{1250}| \\ |HM6_7 - H6_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER7 := \begin{bmatrix} |HM7_1 - H7_1| \\ |HM7_2 - H7_{250}| \\ |HM7_3 - H7_{500}| \\ |HM7_4 - H7_{750}| \\ |HM7_5 - H7_{1000}| \\ |HM7_6 - H7_{1250}| \\ |HM7_7 - H7_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER8 := \begin{bmatrix} |HM8_1 - H8_1| \\ |HM8_2 - H8_{250}| \\ |HM8_3 - H8_{500}| \\ |HM8_4 - H8_{750}| \\ |HM8_5 - H8_{1000}| \\ |HM8_6 - H8_{1250}| \\ |HM8_7 - H8_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER9 := \begin{bmatrix} |HM9_1 - H9_1| \\ |HM9_2 - H9_{250}| \\ |HM9_3 - H9_{500}| \\ |HM9_4 - H9_{750}| \\ |HM9_5 - H9_{1000}| \\ |HM9_6 - H9_{1250}| \\ |HM9_7 - H9_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER11 := \begin{bmatrix} |HM11_1 - H11_1| \\ |HM11_2 - H11_{250}| \\ |HM11_3 - H11_{500}| \\ |HM11_4 - H11_{750}| \\ |HM11_5 - H11_{1000}| \\ |HM11_6 - H11_{1250}| \\ |HM11_7 - H11_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER12 := \begin{bmatrix} |HM12_1 - H12_1| \\ |HM12_2 - H12_{250}| \\ |HM12_3 - H12_{500}| \\ |HM12_4 - H12_{750}| \\ |HM12_5 - H12_{1000}| \\ |HM12_6 - H12_{1250}| \\ |HM12_7 - H12_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER13 := \begin{bmatrix} |HM13_1 - H13_1| \\ |HM13_2 - H13_{250}| \\ |HM13_3 - H13_{500}| \\ |HM13_4 - H13_{750}| \\ |HM13_5 - H13_{1000}| \\ |HM13_6 - H13_{1250}| \\ |HM13_7 - H13_{1500}| \end{bmatrix}$$

$$ER14 := \begin{bmatrix} |HM14_1 - H14_1| \\ |HM14_2 - H14_{250}| \\ |HM14_3 - H14_{500}| \\ |HM14_4 - H14_{750}| \\ |HM14_5 - H14_{1000}| \\ |HM14_6 - H14_{1250}| \\ |HM14_7 - H14_{1500}| \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

Node 2

$$\text{AverER2} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER2}_j}{7}$$

$$\text{AverER2} = 2.278 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER2} := \frac{\text{AverER2} \cdot 100}{1.372}$$

$$\text{PAverER2} = 0.017 \%$$

Node 3

$$\text{AverER3} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER3}_j}{7}$$

$$\text{AverER3} = 1.313 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER3} := \frac{\text{AverER3} \cdot 100}{1.747}$$

$$\text{PAverER3} = 0.008\%$$

Node 4

$$\text{AverER4} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER4}_j}{7}$$

$$\text{AverER4} = 1.936 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER4} := \frac{\text{AverER4} \cdot 100}{2.399}$$

$$\text{PAverER4} = 0.008 \%$$

Node 5

$$\text{AverER5} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER5}_j}{7}$$

$$\text{AverER5} = 3.019 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER5} := \frac{\text{AverER5} \cdot 100}{2.481}$$

$$\text{PAverER5} = 0.012 \%$$

Node 6

$$\text{AverER6} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER6}_j}{7}$$

$$\text{AverER6} = 1.94 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER6} := \frac{\text{AverER6} \cdot 100}{2.284}$$

$$\text{PAverER6} = 0.008 \%$$

Node 7

$$\text{AverER7} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER7}_j}{7}$$

$$\text{AverER7} = 1.643 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER7} := \frac{\text{AverER7} \cdot 100}{1.819}$$

$$\text{PAverER7} = 0.009 \%$$

Node 8

$$\text{AverER8} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER8}_j}{7}$$

$$\text{AverER8} = 2.58 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER8} := \frac{\text{AverER8} \cdot 100}{1.855}$$

$$\text{PAverER8} = 0.014 \%$$

Node 9

$$\text{AverER9} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER9}_j}{7}$$

$$\text{AverER9} = 1.558 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER9} := \frac{\text{AverER9} \cdot 100}{1.704}$$

$$\text{PAverER9} = 0.009 \%$$

Node 11

$$\text{AverER11} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER11}_j}{7}$$

$$\text{AverER11} = 1.631 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER11} := \frac{\text{AverER11} \cdot 100}{1.262}$$

$$\text{PAverER11} = 0.013 \%$$

Node 12

$$\text{AverER12} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER12}_j}{7}$$

$$\text{AverER12} = 1.52 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER12} := \frac{\text{AverER12} \cdot 100}{1.444}$$

$$\text{PAverER12} = 0.011 \%$$

Node 13

$$\text{AverER13} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER13}_j}{7}$$

$$\text{AverER13} = 1.807 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER13} := \frac{\text{AverER13} \cdot 100}{1.537}$$

$$\text{PAverER13} = 0.012 \%$$

Node 14

$$\text{AverER14} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ER14}_j}{7}$$

$$\text{AverER14} = 2.185 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER14} := \frac{\text{AverER14} \cdot 100}{1.454}$$

$$\text{PAverER14} = 0.015 \%$$

ค่าความผิดพลาดที่ทุกๆ 250 นาที

AverER :=	$2.278 \cdot 10^{-4}$
	$1.313 \cdot 10^{-4}$
	$1.936 \cdot 10^{-4}$
	$3.019 \cdot 10^{-4}$
	$1.94 \cdot 10^{-4}$
	$1.643 \cdot 10^{-4}$
	$2.58 \cdot 10^{-4}$
	$1.558 \cdot 10^{-4}$
	$1.631 \cdot 10^{-4}$
	$1.52 \cdot 10^{-4}$
	$1.807 \cdot 10^{-4}$
	$2.185 \cdot 10^{-4}$

$$\text{AverERAllpoint} := \sum_{j=1}^{12} \frac{\text{AverER}_j}{12}$$

$$\text{AverERAllpoint} = 1.951 \cdot 10^{-4}$$

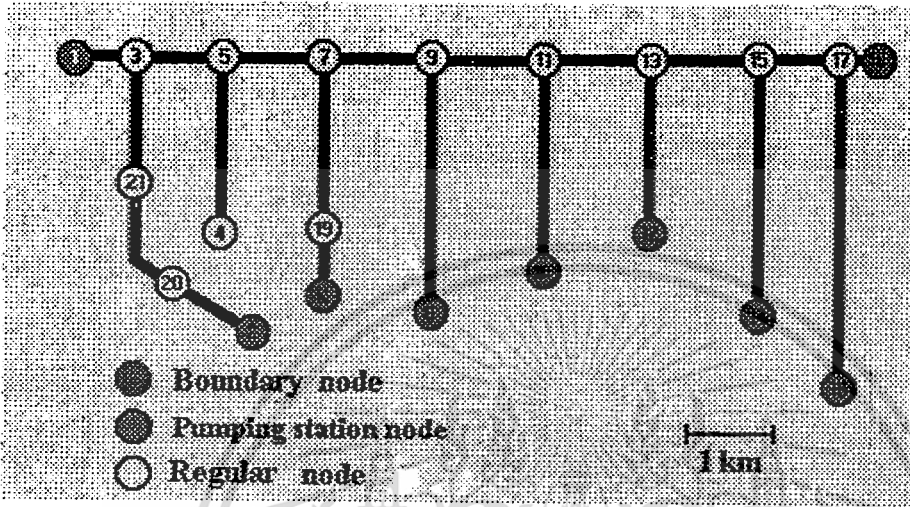
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ที่ทุกๆ 250 นาที

$$\frac{1.951 \cdot 10^{-4} \cdot 100}{0.668} = 0.029\%$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลการระบายน้ำของคลองในประเทศกรีซ หรือระบบที่ II โดยโปรแกรม Mathcad6.0+



ภาพที่ ข.32 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษาคลองในประเทศกรีซ หรือระบบที่ II

MathCad6.0+ Programme:

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองน้ำของคลองในประเทศกรีซ หรือระบบที่ II

M :=	$\begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 20 & 0 & 0 \\ 1 & 5 & 21 \\ 5 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 7 \\ 19 & 0 & 0 \\ 5 & 9 & 19 \\ 9 & 0 & 0 \\ 7 & 8 & 11 \\ 11 & 0 & 0 \\ 9 & 10 & 13 \\ 13 & 0 & 0 \\ 11 & 12 & 15 \\ 15 & 0 & 0 \\ 13 & 14 & 17 \\ 17 & 0 & 0 \\ 15 & 16 & 18 \\ 17 & 0 & 0 \\ 6 & 7 & 0 \\ 2 & 21 & 0 \\ 3 & 20 & 0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 5.31 \\ 5.31 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 3.38 \\ 3.38 \\ 3.78 \\ 4.0 \\ 4.3 \\ 4.5 \\ 4.7 \\ 4.8 \\ 5.0 \\ 5.0 \\ 4.0 \\ 4.46 \\ 4.76 \\ 4.5 \\ 4.5 \\ 4.67 \\ 4.8 \\ 5.0 \\ 5.0 \\ 5.0 \\ 5.0 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 3.0 \\ 3.0 \\ 3.0 \\ 3.0 \\ 3.0 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 1.25 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 200 \\ 550 \\ 1350 \\ 1900 \\ 1850 \\ 2150 \\ 2100 \\ 2100 \\ 3000 \\ 3350 \\ 2100 \\ 2400 \\ 900 \\ 1100 \\ 1400 \\ 300 \\ 1400 \\ 1300 \\ 1150 \\ 2100 \\ 2700 \end{bmatrix}$	ω :=	$\begin{bmatrix} 600 \\ 1650 \\ 4050 \\ 5700 \\ 5550 \\ 2688 \\ 2625 \\ 2625 \\ 3750 \\ 4188 \\ 2625 \\ 3000 \\ 540 \\ 660 \\ 840 \\ 180 \\ 840 \\ 780 \\ 690 \\ 1260 \\ 1620 \end{bmatrix}$	q :=	$\begin{bmatrix} 37.8 \\ 0 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	---	------	--	------	--	------	--	------	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขเริ่มต้น:

อัตราการไหลการระบายน้ำเครื่องสูบน้ำปมที่ 1 เท่ากับ  $37.8 \text{ m}^3/\text{min}$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$Q(H,i) := \sum_{k=1}^3 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \left[ B_{(M_{i,k})} \right] \left[ (H_i - Z_i) \cdot (H_i - Z_i) \right] \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \cdot 2 \right], 0 \right]$$

เงื่อนไขการทำงานของเครื่องสูบน้ำในแต่ละปม

$$P(H,i) := \begin{cases} q_1 & \text{if } H_i - Z_i > 1.92 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$i := 1, 2.. 21$$

$$\omega_i := L_i \cdot B_i$$

$$t := 1, 120.. 480$$

$$j := 1, 2.. 5$$



$$C(t,H) :=$$

$Q(H,1) - P(H,1)$
$\omega_1$
$Q(H,2)$
$\omega_2$
$Q(H,3)$
$\omega_3$
$Q(H,4)$
$\omega_4$
$Q(H,5)$
$\omega_5$
$Q(H,6)$
$\omega_6$
$Q(H,7)$
$\omega_7$
$Q(H,8)$
$\omega_8$
$Q(H,9)$
$\omega_9$
$Q(H,10)$
$\omega_{10}$
$Q(H,11)$
$\omega_{11}$
$Q(H,12)$
$\omega_{12}$
$Q(H,13)$
$\omega_{13}$
$Q(H,14)$
$\omega_{14}$
$Q(H,15)$
$\omega_{15}$
$Q(H,16)$
$\omega_{16}$
$Q(H,17)$
$\omega_{17}$
$Q(H,18)$
$\omega_{18}$
$Q(H,19)$
$\omega_{19}$
$Q(H,20)$
$\omega_{20}$
$Q(H,21)$
$\omega_{21}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์

hour = 3600

min := 60

Npoints := 480

timestep := 0.5·min

simulationtime :=  $\frac{\text{timestep} \cdot \text{Npoints} \cdot \text{min}}{\text{hour}}$

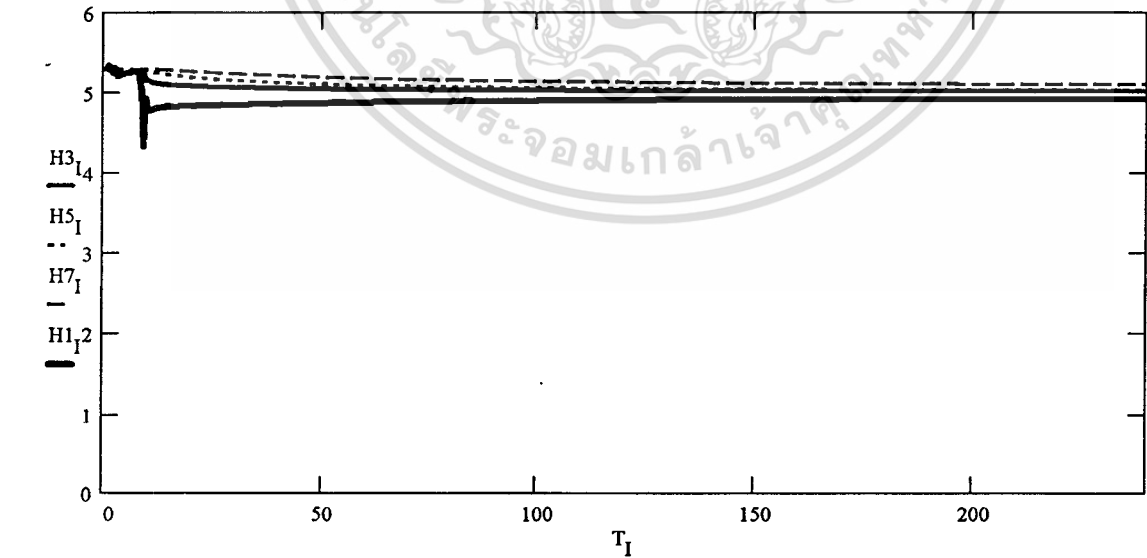
simulationtime = 240

I := 1,2.. 480

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

G := rkfixed(H, 1, 240, 480, C)

T := G<1>    H1 := G<2>    H2 := G<3>    H3 := G<4>    H4 := G<5>    H5 := G<6>  
 H6 := G<7>    H7 := G<8>    H8 := G<9>    H9 := G<10>    H10 := G<11>    H11 := G<12>  
 H12 := G<13>    H13 := G<14>    H14 := G<15>    H15 := G<16>    H16 := G<17>    H17 := G<18>  
 H18 := G<19>    H19 := G<20>    H20 := G<21>    H21 := G<22>



ภาพที่ ข.88 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆ กับเวลา ในพื้นที่ศึกษาคลองในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ หรือระบบที่ II

α=293843

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินค่าความผิดพลาดของผลต่างระดับน้ำที่นาที่เริ่มต้นและนาที่สุดท้าย

$$\text{DifWaterLevelSimulated3} := |H3_1 - H3_{480}|$$

$$\text{DifWaterLevelMeasured3} := 0.2$$

$$\text{DifWaterLevelSimulated5} := |H5_1 - H5_{480}|$$

$$\text{DifWaterLevelMeasured5} := 0.17$$

$$\text{DifWaterLevelSimulated7} := |H7_1 - H7_{480}|$$

$$\text{DifWaterLevelMeasured7} := 0.14$$

$$\text{ErHM3} := \left| |H3_1 - H3_{480}| - 0.26 \right|$$

$$\text{ErHM5} := \left| |H5_1 - H5_{480}| - 0.24 \right|$$

$$\text{ErHM7} := \left| |H7_1 - H7_{480}| - 0.20 \right|$$

$$\text{ErHM} := \begin{pmatrix} 0.024 \\ 0.026 \\ 0.002 \end{pmatrix}$$

$$\text{HRL} = \begin{pmatrix} 0.26 \\ 0.24 \\ 0.20 \end{pmatrix}$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ

$$\text{ErHMC} = \sum_{j=1}^3 \frac{\text{ErHM}_j}{3}$$

$$\text{ErHMC} = 0.017$$

ค่าเฉลี่ยผลต่างของระดับน้ำที่นาที่เริ่มต้นและนาที่สุดท้ายที่วัดได้จริง

$$\sum_{j=1}^3 \frac{\text{HRL}_j}{3} = 0.233$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์

$$\frac{100 \cdot 0.017}{0.233} = 7.296 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความผิดพลาดสัมพัทธ์ของแต่ละปม

$$\frac{ErHM3 \cdot 100}{0.26} = 9.274 \%$$

$$\frac{ErHM5 \cdot 100}{0.24} = 10.837 \%$$

$$\frac{ErHM7 \cdot 100}{0.20} = 0.955 \%$$

ค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดย โปรแกรม Mathcad6.0+

$$Ts := \begin{bmatrix} 1 \\ 120 \\ 240 \\ 360 \\ 480 \end{bmatrix} \quad HM3 := \begin{bmatrix} 5.310 \\ 4.047 \\ 4.034 \\ 4.028 \\ 4.026 \end{bmatrix} \quad HM5 := \begin{bmatrix} 5.310 \\ 5.102 \\ 5.063 \\ 5.050 \\ 5.044 \end{bmatrix} \quad HM7 := \begin{bmatrix} 5.310 \\ 5.190 \\ 5.141 \\ 5.120 \\ 5.108 \end{bmatrix}$$

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง (linear interpolated) ของปมอ้างอิง

$$HM3L(t) := \text{linterp}(Ts, HM3, t)$$

$$HM5L(t) := \text{linterp}(Ts, HM5, t)$$

$$HM7L(t) := \text{linterp}(Ts, HM7, t)$$

การประเมินค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในช่วงเวลาของการคำนวณ โดย โปรแกรม Mathcad6.0+

$$\sum_{j=1}^5 \frac{HM3_j}{5} = 4.289$$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{HM5_j}{5} = 5.114$$

$$\sum_{j=1}^5 \frac{HM7_j}{5} = 5.174$$

ผลต่างของระดับน้ำในแต่ละปมอ้างอิงทุกช่วงเวลา 120 นาที

$$ER3 := \begin{bmatrix} |HM3_1 - H3_1| \\ |HM3_2 - H3_{120}| \\ |HM3_3 - H3_{240}| \\ |HM3_4 - H3_{360}| \\ |HM3_5 - H3_{480}| \end{bmatrix} \quad ER5 := \begin{bmatrix} |HM5_1 - H5_1| \\ |HM5_2 - H5_{120}| \\ |HM5_3 - H5_{240}| \\ |HM5_4 - H5_{360}| \\ |HM5_5 - H5_{480}| \end{bmatrix} \quad ER7 := \begin{bmatrix} |HM7_1 - H7_1| \\ |HM7_2 - H7_{120}| \\ |HM7_3 - H7_{240}| \\ |HM7_4 - H7_{360}| \\ |HM7_5 - H7_{480}| \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำปมอ้างอิง

Node 3

$$\text{AverER3} := \sum_{j=1}^5 \frac{\text{ER3}_j}{5}$$

$$\text{AverER3} = 0.8$$

$$\text{PAverER3} := \frac{\text{AverER3} \cdot 100}{4.289}$$

$$\text{PAverER3} = 18.653 \%$$

Node 5

$$\text{AverER5} := \sum_{j=1}^5 \frac{\text{ER5}_j}{5}$$

$$\text{AverER5} = 1.029 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER5} := \frac{\text{AverER5} \cdot 100}{5.114}$$

$$\text{PAverER5} = 0.002 \%$$

Node 7

$$\text{AverER7} := \sum_{j=1}^5 \frac{\text{ER7}_j}{5}$$

$$\text{AverER7} = 1.64 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER7} := \frac{\text{AverER7} \cdot 100}{5.174}$$

$$\text{PAverER7} = 0.003 \%$$



ค่าความผิดพลาดที่ทุก 120 นาที

$$\text{AverER} = \begin{bmatrix} 1.029 \cdot 10^{-4} \\ 1.64 \cdot 10^{-4} \\ 1.64 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix}$$

$$\text{AverERAllpoint} := \sum_{j=1}^3 \frac{\text{AverER}_j}{3}$$

$$\text{AverERAllpoint} = 1.436 \cdot 10^{-4}$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ที่ทุก 120 นาที

$$\frac{(1.436 \cdot 10^{-4}) \cdot 100}{0.233} = 0.062 \%$$

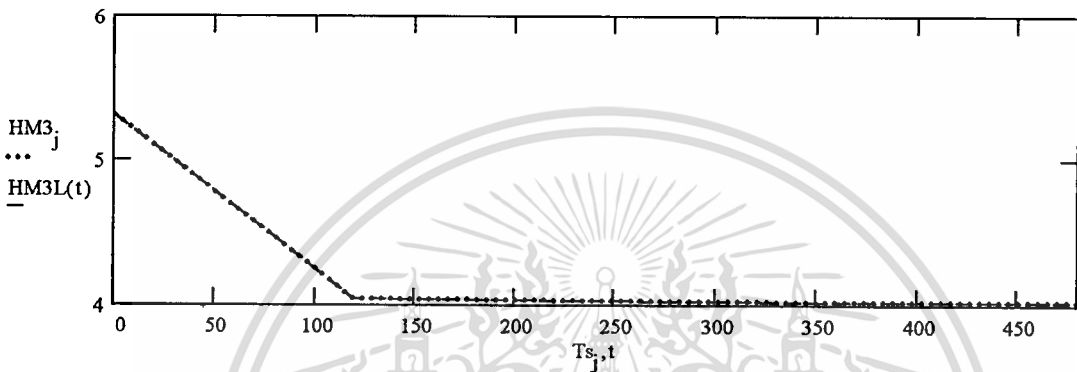
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่วัดได้จริงและจากการคำนวณโดยแบบจำลองที่เสนอ

HM3L(t) :---ระดับน้ำจากการคำนวณ

HM3<sub>j</sub> :---ระดับน้ำวัดได้จริง

ค่าความผิดพลาด = 18.653 %

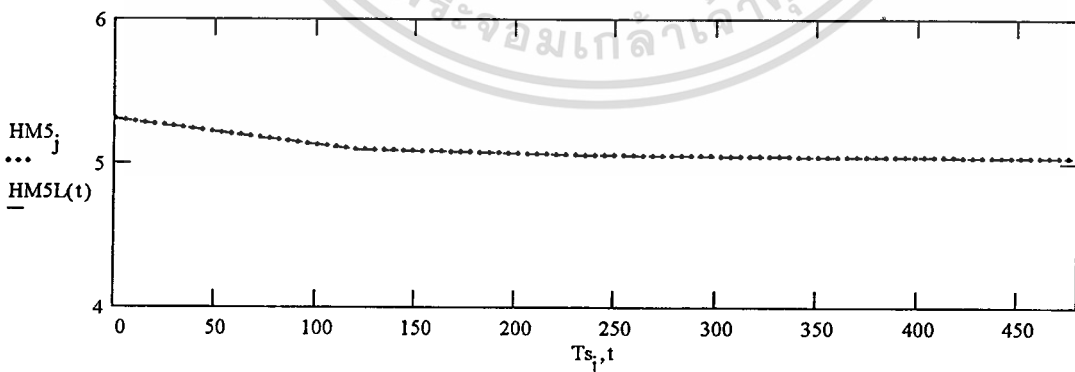


ภาพที่ ข.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่เสนอ และระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมที่ 3 ของพื้นที่ศึกษาหรือระบบที่ II

HM5L(t) :--- ระดับน้ำจากการคำนวณ

HM5<sub>j</sub> :---ระดับน้ำวัดได้จริง

ค่าความผิดพลาด = 0.002 %

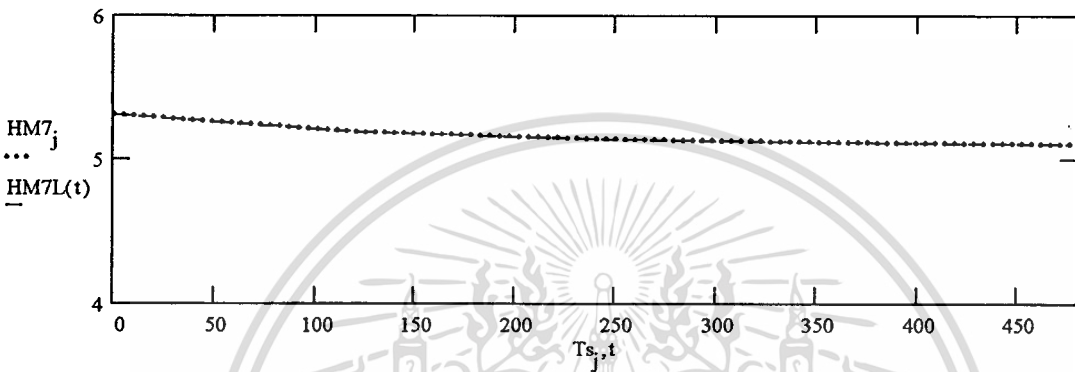


ภาพที่ ข.35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่เสนอ และระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมที่ 5 ของพื้นที่ศึกษาหรือระบบที่ II

HM7L(t) :---- ระดับน้ำจากการคำนวณ

HM7<sub>j</sub> :----ระดับน้ำวัด ได้จริง

ค่าความผิดพลาด = 0.003 %



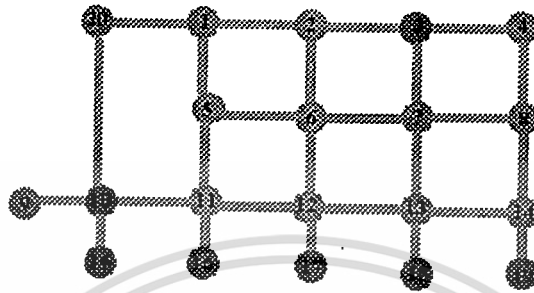
ภาพที่ ข.36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่เสนอ และระดับน้ำที่วัด ได้จริงของปมที่ 7 ของพื้นที่ศึกษาหรือระบบที่ II



**ภาคผนวก ก**

แสดงอัตราสัดส่วน  $\alpha_1 / \alpha_2$  ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังใน  
โปรแกรม Mathcad6.0+

แสดงอัตราสัดส่วน  $\alpha_1, \alpha_2$  ของพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบังเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540



- Canal
- Concrete node
- No concrete node

ภาพที่ ค.37 แสดงอาณาเขตและตำแหน่งปมของพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

MathCad6.0+ Programe:

ข้อมูลเริ่มต้นของการจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.7 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.4 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 3.5 \\ 3.3 \\ 3.3 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2.6 \\ 2.9 \\ 1.8 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 3.0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.455 \\ 3.886 \\ 3.241 \\ 3.789 \\ 4.310 \\ 4.180 \\ 4.134 \\ 2.863 \\ 3.837 \\ 4.659 \\ 4.804 \\ 3.887 \\ 4.444 \\ 3.430 \\ 3.783 \\ 2.573 \\ 3.379 \\ 3.468 \\ 3.229 \\ 3.499 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	$\omega :=$	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$	NoConcrete :=	$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \\ 20 \end{bmatrix}$	Concrete :=	$\begin{bmatrix} 3 \\ 10 \\ 15 \\ 17 \\ 18 \\ 19 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------------	--	---------------	--	-------------	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขเริ่มต้น:

$$j := 1, 2.. 20$$

$$i := 1, 2.. 20$$

$$\omega_i := L_i \cdot B_i$$

$$a1 := 1$$

$$a2 := 12961$$

สามารถแทนค่า a1,a2 ในแต่ละกรณีได้เท่ากับ 1,160,480,1440,4320,13000

$$\text{GN}(i) := \begin{cases} a \leftarrow 12961 \\ \text{for } j \in 1, 2.. 13 \\ a \leftarrow 1 \text{ if } i = \text{NoConcrete.} \\ a \end{cases}$$

$$\text{Alpha}(i,j) := \begin{cases} a1 \text{ if } (\text{GN}(i)=1) \cdot (\text{GN}(j)=1) \\ a2 \text{ if } (\text{GN}(i)=12961) \cdot (\text{GN}(j)=12961) \\ (a1 + a2) \cdot 0.5 \text{ if } (\text{GN}(i)=1) \cdot (\text{GN}(j)=12961) + (\text{GN}(i)=12961) \cdot (\text{GN}(j)=1) \end{cases}$$

$$\alpha_{i,j} := \text{Alpha}(i,j)$$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษา

$$Q(H,i) := \sum_{k=1}^4 \text{if } [M_{i,k} \neq 0, \alpha_{i,(M_{i,k})} \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \cdot 2 \right], 0]$$

$$I := 1, 2.. 1440$$

ระดับน้ำของปมปลายที่ 1,2,3,4,8,9,14,15,16,17,18,19 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$Ts := \begin{bmatrix} 1 \\ 288 \\ 576 \\ 864 \\ 1152 \\ 1440 \end{bmatrix}$	$HM1 := \begin{bmatrix} 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \end{bmatrix}$	$HM2 := \begin{bmatrix} 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \end{bmatrix}$	$HM3 := \begin{bmatrix} 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \end{bmatrix}$	$HM4 := \begin{bmatrix} 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \end{bmatrix}$	$HM8 := \begin{bmatrix} 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \end{bmatrix}$	$HM9 := \begin{bmatrix} 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \end{bmatrix}$
$HM14 := \begin{bmatrix} 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \end{bmatrix}$	$HM15 := \begin{bmatrix} 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \end{bmatrix}$	$HM16 := \begin{bmatrix} 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \end{bmatrix}$	$HM17 := \begin{bmatrix} 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \end{bmatrix}$	$HM18 := \begin{bmatrix} 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \end{bmatrix}$	$HM19 := \begin{bmatrix} 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \end{bmatrix}$	$HM20 := \begin{bmatrix} 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \end{bmatrix}$

ระยะเวลาหาผลเฉลยของแบบจำลอง 1440 นาที

$$mii := 60$$

$$\text{hour} := 60 \cdot \text{min}$$

$$t := 1, 288.. 1440$$

$$j := 1, 2.. 6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)ของปมปลาย

$$HM1L(t) := \text{linerp}(Ts, HM1, t)$$

$$HM8L(t) := \text{linerp}(Ts, HM8, t)$$

$$HM16L(t) := \text{linerp}(Ts, HM16, t)$$

$$HM2L(t) := \text{linerp}(Ts, HM2, t)$$

$$HM9L(t) := \text{linerp}(Ts, HM9, t)$$

$$HM17L(t) := \text{linerp}(Ts, HM17, t)$$

$$HM3L(t) := \text{linerp}(Ts, HM3, t)$$

$$HM14L(t) := \text{linerp}(Ts, HM14, t)$$

$$HM18L(t) := \text{linerp}(Ts, HM18, t)$$

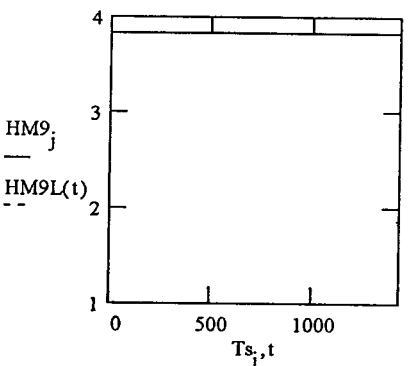
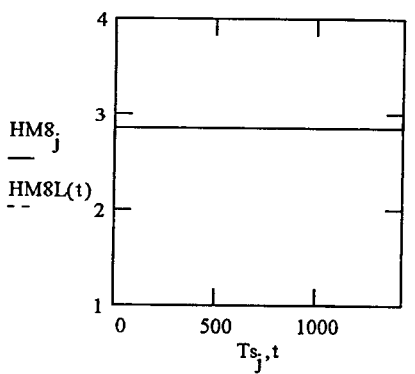
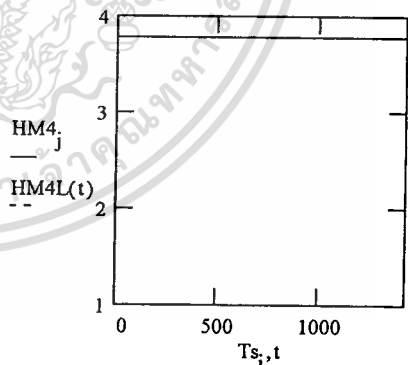
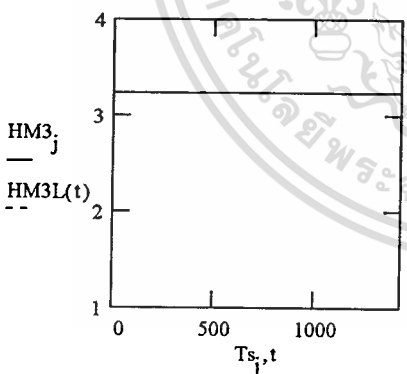
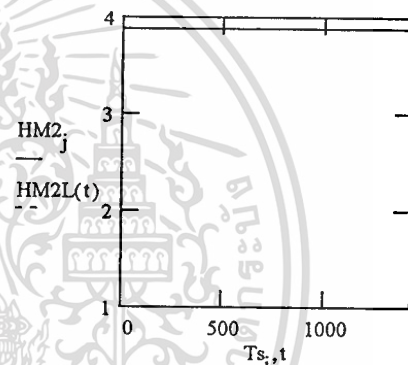
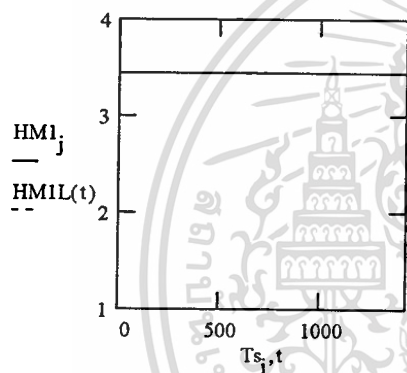
$$HM4L(t) := \text{linerp}(Ts, HM4, t)$$

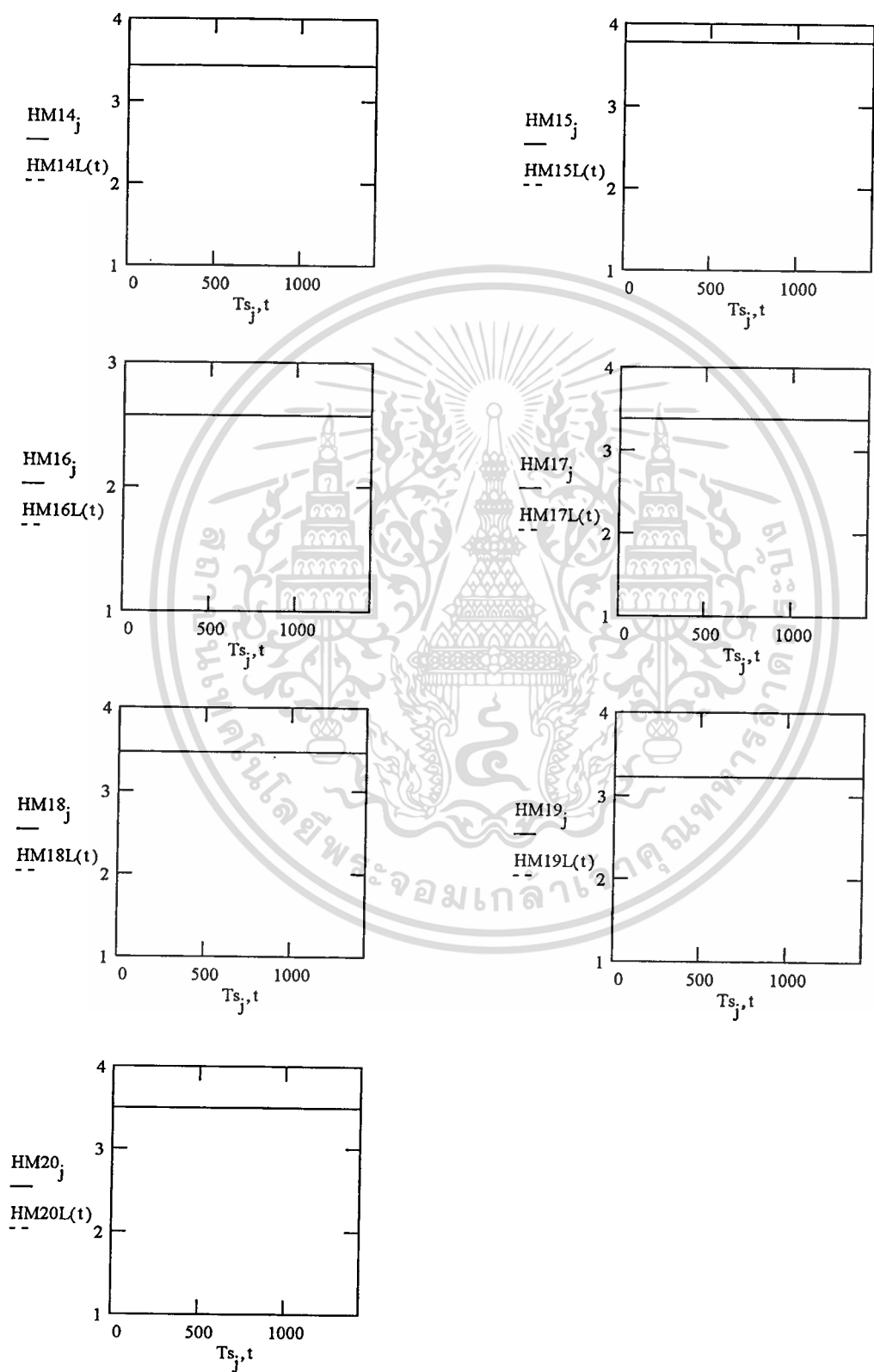
$$HM15L(t) := \text{linerp}(Ts, HM15, t)$$

$$HM19L(t) := \text{linerp}(Ts, HM19, t)$$

$$HM20L(t) := \text{linerp}(Ts, HM20, t)$$

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ปมปลายระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปใช้เพื่อเผยแพร่หรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์



$$\begin{aligned}
 & \frac{d}{dt}HM1L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM2L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM3L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM4L(t) \\
 & \frac{Q(H, 5)}{\omega_5} \\
 & \frac{Q(H, 6)}{\omega_6} \\
 & \frac{Q(H, 7)}{\omega_7} \\
 & \frac{d}{dt}HM8L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM9L(t) \\
 & \frac{Q(H, 10)}{\omega_{10}} \\
 & \frac{Q(H, 11)}{\omega_{11}} \\
 & \frac{Q(H, 12)}{\omega_{12}} \\
 & \frac{Q(H, 13)}{\omega_{13}} \\
 & \frac{d}{dt}HM14L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM15L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM16L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM17L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM18L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM19L(t) \\
 & \frac{d}{dt}HM20L(t)
 \end{aligned}$$

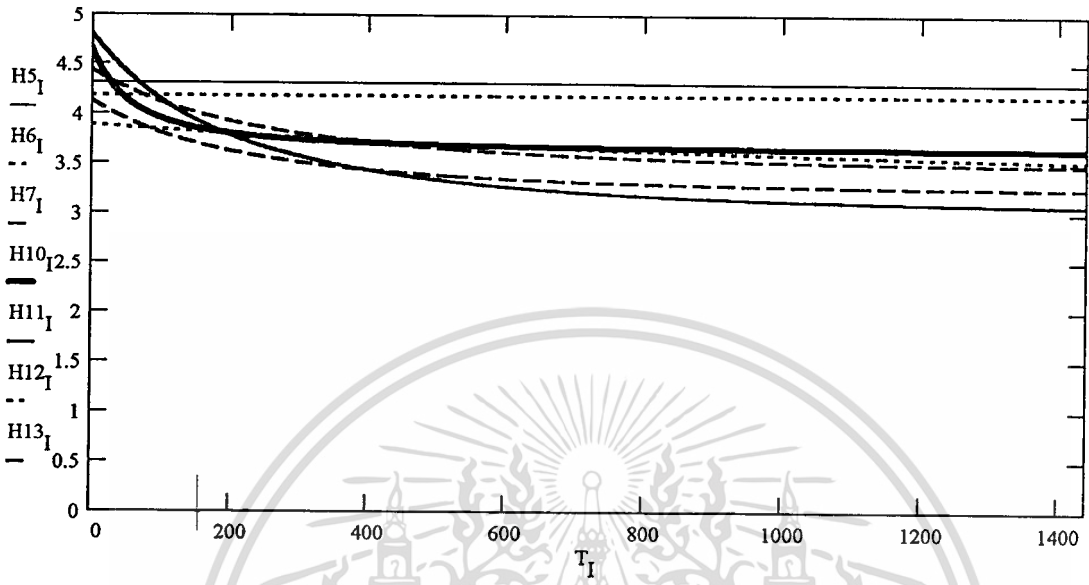
การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

$G := rkfixed(H, 0, 1440, 1440, C)$

$T := G^{<1>} \quad H1 := G^{<2>} \quad H2 := G^{<3>} \quad H3 := G^{<4>} \quad H4 := G^{<5>}$   
 $H5 := G^{<6>} \quad H6 := G^{<7>} \quad H7 := G^{<8>} \quad H8 := G^{<9>} \quad H9 := G^{<10>}$   
 $H10 := G^{<11>} \quad H11 := G^{<12>} \quad H12 := G^{<13>} \quad H13 := G^{<14>} \quad H14 := G^{<15>}$   
 $H15 := G^{<16>} \quad H16 := G^{<17>} \quad H17 := G^{<18>} \quad H18 := G^{<19>} \quad H19 := G^{<20>}$   
 $H20 := G^{<21>}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลลัพธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลางจากการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+



ภาพที่ ค.38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมศูนย์กลางกับเวลา ในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

ErHM5 :=  H5 <sub>1440</sub> - 3.310	ErHM5 = 0.993
ErHM6 :=  H6 <sub>1440</sub> - 3.180	ErHM6 = 0.999
ErHM7 :=  H7 <sub>1440</sub> - 3.134	ErHM7 = 0.117
ErHM10 :=  H10 <sub>1440</sub> - 3.659	ErHM10 = 0.021
ErHM11 :=  H11 <sub>1440</sub> - 3.804	ErHM11 = 0.729
ErHM12 :=  H12 <sub>1440</sub> - 2.887	ErHM12 = 0.639
ErHM13 :=  H13 <sub>1440</sub> - 3.444	ErHM13 = 0.042

เมทริกซ์ของผลต่างของระดับน้ำกับค่าระดับน้ำเริ่มต้นของปมศูนย์กลาง

ErHM :=	HRL :=	0.993	3.310
		0.999	3.180
		0.117	3.134
		0.021	3.659
		0.729	3.804
		0.639	2.887
		0.042	3.444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$ErHMC := \sum_{j=1}^7 \frac{ErHM_j}{7}$$

$$ErHMC = 0.506$$

ค่าเฉลี่ยระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมศูนย์กลาง

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HRL_j}{7} = 3.345$$

ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$\frac{100 \cdot (0.506)}{3.345} = 15.127 \%$$

$$\frac{15.127}{100} = 0.151$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.21 แนวทางการดำเนินการแก้ไขและป้องกันน้ำท่วมในอนาคตของพื้นที่  
กรุงเทพมหานคร

ลำดับที่	เป้าหมายโครงการ	แนวทางการดำเนินการ	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	งบลงทุน (ล้านบาท)	สถานภาพของโครงการ	ปีที่ดำเนินการ
1	ระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ออกพื้นที่ออกไปเพื่อไม่ให้เกิดภาวะน้ำท่วม	จ้างบริษัทที่ปรึกษาจัดทำแผนหลักและออกแบบพื้นที่เร่งด่วน ได้แก่ โครงการป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำฝนฝั้วตะวันออกครบคลุมพื้นที่ 700 ตร.กม.	สามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่กทม. ฝั้วตะวันออกครบคลุมพื้นที่ 700 ตร.กม.	80	กำลังดำเนินการจัดทำแผนหลักและออกแบบ (พ.ศ.2538-2543)	พ.ศ. 2538-2543
2	ป้องกันน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาไหลล้นเข้าท่วมพื้นที่กทม	ก.โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่เขตบางพิคและบางกอกน้อย โครงการระยะ 3 ปี (พ.ศ. 2539-2541) ข.โครงการก่อสร้างแนวป้องกันน้ำท่วมริมฝั้วแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่กทม. ทั้งสองฝั้วและคลองบางกอกน้อย โครงการระยะ 5 ปี	1.รูปแบบเขื่อนป้องกันน้ำล้นตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองบางกอกน้อย 2.ประมาณการค่าก่อสร้างเขื่อนป้องกันน้ำล้นริมฝั้วแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองบางกอกน้อย 3.ริมฝั้วแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองบางกอก	810   12,210	ก.จัดทำแผนหลักและออกแบบ พ.ศ. 2538 ใกล้แล้วเสร็จ	2539-2541  2539-2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาคู่บ้าน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	เป้าหมายโครงการ	(พ.ศ.2539-2543) แนวทางการดำเนินการ	น้อย ผลที่คาดว่าจะได้รับ	งบลงทุน (ล้านบาท)	สถานภาพ ของโครงการ	ปีที่ ดำเนินการ
3	ฝัมน้ำ หลากจาก แม่น้ำ เจ้าพระยา รวมทั้งน้ำ หลากจาก ทุ่งด้าน ตะวันออก และตะวัน ตกลงสู่ ทะเลโดย ไม่ก่อให้เกิด ความ เสียหายต่อ พื้นที่กทม. และ ปริมณฑล	จ้างบริษัทที่ปรึกษา จัดทำแผนหลักและ ออกแบบระบบการ จัดการน้ำหลากจาก แม่น้ำเจ้าพระยารวม ทั้งน้ำหลากจากทุ่ง ด้านตะวันออกและ ตะวันตกลงสู่ทะเล รวมเวลาศึกษา 2 ปี (พ.ศ.2539-2540)	1.แผนหลักการ จัดการน้ำหลาก สถานะต่างๆ เช่น ที่คาบอุบัติเหตุ 10 ปี, 25 ปี เป็นต้น 2.แผนการจัดสรร ทรัพยากรในกลุ่ม เจ้าพระยาตอน ล่าง 3.มาตรการทาง ด้านโครงสร้าง และมาตรการที่ ไม่ใช่โครงการ ในการจัดการน้ำ หลาก 4.องค์การการจั ดการน้ำที่มีประ สิทธิภาพ 5.ประมาณการค่า ลงทุน	150	กำลัง ดำเนินการ จัดทำ ขอบข่าย การศึกษา โครงการ เพื่อขอ อนุมัติให้ ความเห็น ชอบ	2539- 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.22 แผนติดตั้งเครื่องสูบน้ำป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของ  
เขตลาดกระบังปี 2539[12]

ลำดับ ที่	สถานที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ	ชนิด เครื่อง	จำนวน	ขนาด	ติดตั้ง ว/ค/ป
1	จุดที่1,2 ถ.อ่อนนุช-ลาดกระบัง ช่วง จากคลองหนองปรือ-คลองหัวตะเข้	เครื่อง ยนต์ดีเซล	4 เครื่อง	Ø 10"	5/ส.ค/39
	จุดที่3 ถ.ลาดกระบัง หน้าสถานี ตำรวจนครบาลจรเข้नी้อย	"	1 เครื่อง	Ø 8"	5/ส.ค/39
2	จุดที่4 ซ.จินดาภิเษก ถ.อ่อนนุช- ลาดกระบัง	"	1 เครื่อง	Ø 8"	7/ส.ค/39
3	จุดที่5 ถ.หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์	"	1 เครื่อง	Ø 6"	7/ส.ค/39
4	จุดที่6,7,8 หมู่บ้านเคหะนคร 2 ถ. อ่อนนุช-ลาดกระบัง	"	3 เครื่อง	Ø 8"	9/ส.ค/39
5	จุดที่9 ถ.อ่อนนุช-ลาดกระบัง ช่วง จากแยก ถ.ร่มเกล้า-คลองหนอง ปรือติดตั้งหน้า ซ.รัฐธรรมนุญ	"	1 เครื่อง	Ø 8"	9/ส.ค/39
6	จุดที่10-17 ถ.เจ้าคุณทหาร ช่วงจาก แยก ถ.ร่มเกล้า-แยก ถ.ฉลองกรุง	"	8 เครื่อง	Ø 6", Ø 10"	13/ส.ค/39
7	จุดที่18-22 ถ.ฉลองกรุง ช่วงจากหมู่ บ้านรุ่งอรุณ1 ถึง ค.ลำมะขาม	"	8 เครื่อง	Ø 6", Ø 8", Ø 10"	15/ส.ค/39
8	เครื่องสูบน้ำฟุ้งติดหลังรถใช้สูบน้ำ เคลื่อนที่แก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้า ฉุกเฉิน	"	3 เครื่อง	Ø 6"	15/ส.ค/39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

แสดงอัตราเร็วกระแสน้ำที่วัดจากภาคสนามของปมต่างๆในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540

ตารางที่ จ.23 อัตราความเร็วกระแสน้ำวัดจากภาคสนามของปมต่างๆในพื้นที่ศึกษาวันที่ 1  
พฤศจิกายน พ.ศ 2540

หมายเลขปม	ความเร็วกระแสน้ำ[m/sec]	อัตราการไหลของน้ำ[m <sup>3</sup> /sec]
1	0.0075	975
2	0.0084	1008
3	0.00105	63
4	0.0051	612
5	0.00345	87.975
6	0.00045	45
7	0.00795	874.5
8	0.0006	90
9	0.0003	158.4
10	0.0003	33
11	0.0003	39
12	0.00045	81
13	0.0042	462
14	0.0003	45
15	0.00285	57
16	0.00105	11.34
17	0.00045	81.0
18	0.000	0.000
19	0.000	0.000
20	0.00285	313.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The logo of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sun is a large Thai character 'จ' (Ja). The entire emblem is surrounded by a circular border containing the university's name in Thai script: 'มหาวิทยาลัยราชภัฏบรียรัมย์'.

ภาคผนวก จ

แสดงคู่มือการใช้งานเครื่องมือวัดอัตราการไหลของกระแสน้ำ [Current velocity meter]

**คู่มือการใช้งาน**  
**เครื่องวัดอัตราการไหลของกระแสน้ำ**  
**(Current velocity meter)**

ยี่ห้อ Swoffer รุ่น 3000  
 ผลิตภัณฑประเทศสหรัฐอเมริกา

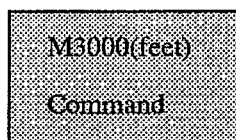
**1. ลักษณะทั่วไป**

เครื่องวัดอัตราการไหลของกระแสน้ำ ยี่ห้อ Swoffer รุ่น 3000 สามารถคำนวณ เก็บ และประมวลผลข้อมูล ความเร็วกระแสน้ำ การระบายน้ำ เพื่อประเมินสถานะการณ์ในภาคสนาม รุ่น 3000 สามารถวัดได้ทั้งในหน่วย ฟุตต่อวินาทีหรือเมตรต่อวินาที มีmode การทำงานทั้งสิ้น 4 mode คือ

- Calibration mode mode นี้ใช้ในการปรับเทียบในภาคสนามโดยการลาก Prop ผ่านลำนน้ำที่ระยะทางซึ่ง รุ่น 3000 จะทำการนับจำนวน pulses prop pitch จะทำการคำนวณ
- Count (count revolutions) mode ใช้ในการนับจำนวนรอบที่หมุนรอบ prop ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งจำนวนรอบที่หมุนนี้จะแปรผันตามขนาดของ prop และ rotor assemblies ซึ่ง mode นี้จะใช้กับ USGS Price Type AA และ Pygmy meter หรือ swoffer optic retrofit(model 2200) sesor
- Velocity mode ใช้ในการคำนวณความเร็วของกระแสน้ำที่ไหลผ่าน Sensor
- Discharge mode ใช้ในการคำนวณอัตราการระบายน้ำ

**2. การใช้งานของเครื่อง**

- กด PWR เพื่อเปิดเครื่องและเมื่อต้องการปิดเครื่องก็ให้กด PWR เช่นกัน(ถ้าไม่มีการกดเป็นใดๆใน 20 นาทีเครื่องจะปิดเองอัตโนมัติ)
- เมื่อเปิดเครื่องจะมีหน้าจอดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากคีย์ระยะทางที่จะวัดแล้วให้กด Enter อีกครั้ง หน้าจอจะขึ้นดังรูป

```
Count = -
Pass number = 1
```

เมื่อเดินมาถึงจุดเริ่มต้นให้กดเป็น Count และเมื่อถึงเป้าหมายให้กด Count อีกครั้งหนึ่งจะได้หน้าจอ ดังรูป

```
Pitch = ppp.pp
Enter or Reject
```

ซึ่ง ถ้าต้องการยกเลิกการทำงานให้กดเป็น Esc ถ้าต้องการกลับไปวัดที่จุดเดิมใหม่ให้กดเป็น Shift reject แต่ถ้าต้องการรับค่าที่วัดได้ให้กดเป็น Enter

## 2.1 Count mode

ใช้ตรวจสอบการหมุนของ rotor เพื่อใช้ในการ rotor maintenance โดยหลังจากติดตั้ง propeller ขนาด 2 นิ้วเข้ากับ rotor assembly กดเป็น count ใส่ตัวเลข sensor pulse/revolution ซึ่งควรจะเป็น 4 กด Enter เครื่องจะให้ตั้ง Time period ควรตั้งไว้สูงๆ ประมาณ 100 วินาที วาง sensor ลอยในอากาศเป่าไปที่ ยพนยาสล้าพ แรงๆเท่าที่จะทำได้และทันทีที่หยุด Propeller ให้กดเป็น enter ซึ่งควรจะมี 350-400 pulse ซึ่งถ้าหากไม่ได้ตามที่กำหนดควรจะต้องทดสอบใหม่อีกครั้งและถ้าไม่ได้ก็ควรจะ disassemble the rotor assembly และทำความสะอาดอาจจะต้องเปลี่ยน Worn part

### 2.1.1 การตั้ง averaging time

การคำนวณความเร็วจะต้องตั้งเวลาก่อนโดยการกดเป็น Shift และเป็น AVG TIME ซึ่งหน้าจอจะขึ้นว่า

```
Avg. period ?
020 second
```

ตัวเลข 20 เป็นค่าที่ตั้งมาจากโรงงานซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการพิมพ์ตัวเลขใหม่เข้าไป แล้วกด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 Velocity mode

ใช้สำหรับพิจารณาความเร็วใน Open channel ค่าที่วัดได้ไม่สามารถเก็บใน Mode นี้ซึ่งถ้าต้องการ upload ภายหลังให้ใช้ DISCH mode ก่อนที่จะใช้ Velocity mode จะต้องเลือก prop ก่อนซึ่งในที่นี้ให้เลือก Prop = และเวลาเท่ากับ 20 วินาที กดเป็น Velocity เมื่อ prop อยู่ในตำแหน่งที่จะวัดแล้วให้กด Enter กด Enter อีกครั้งเพื่อเริ่มต้นการวัด เมื่อครบเวลาแล้วหน้าจอจะขึ้นว่า

Velocity : W.W  
Enter or Reject

ถ้าผลการวัดใช้ได้ให้กด Enter แต่ถ้าต้องการยกเลิกผลการวัดที่เพิ่งผ่านมาให้กด Shift Reject

## 2.3 Discharge mode

2.3.1 Entering the discharge mode ถ้า section มีการเก็บข้อมูล(stations มากกว่า 0)station สามารถแสดงโดยใช้เป็น shift up↓ หรือ shift down ↑

### 2.3.2 วิธีลบแต่ละ section

- กด DISCH
- ป้อนตัวเลข section ที่ลบ
- หน้าจอจะขึ้นว่า

Erase section ?  
Reject = yes

- กด Shift Reject อีกครั้งเพื่อจะลบ หน้าจอขึ้นว่า

Section : S  
Station : 0

แสดงว่าใน Section S ไม่มีข้อมูล Station

### 2.3.3 วิธีลบทุก Section

2.3.3.1 จากหน้าจอแรก กดเป็น DISCH Mode

2.3.3.2 เลือก section = 101 และกด Enter

Erase all sector

Reject = yes

2.3.3.3 กด shfit reject จะลบข้อมูลทุก section แต่ถ้ากดเป็น Esc จะยกเลิกการลบ section

#### 2.4.4 Discharge Mode Data Entry

- หลังจากกด Enter จะได้

Sta : 0.00 Vel :

DP : 0.00 0.00

- กด station เคอร์เซอร์จะอยู่ที่ Sta ให้พิมพ์ความกว้างจาก Zero point และ กด Enter

- กดเป็น Depth ให้พิมพ์ความลึกของลำน้ำและกด Enter

หมายเหตุ 1. ความลึกหรือ station จะต้องป้อนเข้าไปแต่ velocity mode ไม่สามารถป้อนเข้าไปจนกว่าเลข station จะถูกป้อนความลึกอาจจะเป็นศูนย์แต่ station ต้องมีค่ามากกว่า 0

2. model 3000 จะไม่อนุญาตให้เลข 2 station มีค่าเหมือนกัน ถ้าพิมพ์ค่าเหมือนกันจะออก Mode 3000 จะกลับไปที่ศูนย์

- กด Velocity หน้าจอจะเป็น

Avg time :20

Avg Vel:0.00

กด Enter จะได้

Press Enter

To start

เมื่อ Propeller วางในตำแหน่งที่พร้อมจะวัดให้กด Enter เพื่อเริ่มต้นวัด Velocity(ถ้าต้องการยกเลิกการวัด velocity ให้กดเป็น Esc หน้าจอจะเป็น

Velocity : W W

Enter or Reject

กด Enter เพื่อบันทึกค่า Velocity หน้าจอจะเป็น

```
Erase station ?
Reject = yes
```

กด shift reject จะลบข้อมูลทั้งหมดสำหรับ station นั้น

กด Esc ก่อนแล้วตามด้วย Shift reject จะบันทึก(ไม่ลบ) station

### 3. Transfer Data to Computer

ข้อมูล station ที่เก็บไว้สามารถถ่ายข้อมูลไปยัง PC. โดยเชื่อมจาก Model 3000 ไปยัง Comp port ด้วย RS232C Swoffer จะให้ DB9

3.1 Copy 2 ไฟล์ (M3K.EXE และ TRANSFER.TXT) จากแผ่นไป directory ใหม่ใน ฮาร์ดดิสก์

3.2 ใช้สาย RS232C เชื่อมระหว่าง model 3000 กับ Comp port

3.3 จาก C> ให้พิมพ์ cd swoffer3000xfer

3.4 พิมพ์คำว่า M3K เว้นวรรคและตามด้วยชื่อไฟล์ที่ยาวไม่เกิน 8 ตัวอักษรและส่วนขยายไม่เกิน 3 ตัวอักษร หลังจากพิมพ์ชื่อไฟล์แล้ว เว้นวรรคตามด้วยเลข 1 (COM1) หรือ 2(COM2) ตัวอย่างเช่นจะตั้งชื่อไฟล์ว่า TEST 1 นามสกุล TXT และ port com 1 จากหน้าจอ C>swoffer> 3000xfer ก็ให้พิมพ์ว่า TEST1.TXT 1

3.5 เตรียมเครื่อง model 3000 สำหรับการ transfer โดยกด shift tranfer หน้าจอจะขึ้นว่า

```
Section (1....102)
000
```

3.6 กดเลขของ section (เช่น 1,2,3,4,...)

```
Sending .....
```

3.7 ต่อจากนั้นหน้าจอจะแสดง serial number ของ model 3000 และ version ของ software ดังรูป

```
Ser 0000000001234
-02-123-99 VER 3.0
```

3.8 สามารถดูข้อมูลที่ up load มาโดยใช้ text compatible ซึ่งไฟล์ที่สร้างจะเป็น “comma delimited ” การดูข้อมูลเก่าทำได้โดยการพิมพ์ EDIT TEST1.TXT หรืออาจเรียกผ่าน EXCEL โดยข้อมูลที่เลือกจะต้องแยกด้วย Comma

3.9 เพื่อที่จะ load section อื่นจะต้องกด Esc และ Shift Tranfer อีกครั้ง

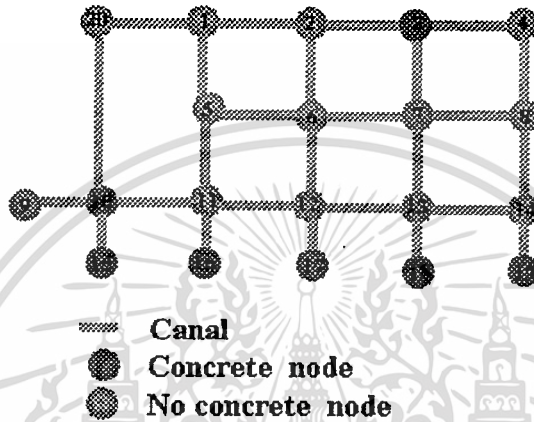
3.10 สำหรับการ Upload ข้อมูลทั้งหมดจะต้องทำ 2 ขั้นตอนโดยจัดเก็บเป็น 2 ไฟล์โดยไฟล์แรกเป็นส่วนของ 50 sectionแรกโดยเลือก section 101 สำหรับ 50 sectionหลังให้เลือก section 102 ซึ่งทั้ง 2 กรณีข้อมูลใน section จะ upload เข้าไปในไฟล์ซึ่งจะแยกโดย section number ซึ่งสามารถที่จะคัดลอกหรือตัดและวางตามที่ต้องการในโปรแกรม spec sheet section ที่มีข้อมูลเท่านั้นที่จะ Upload





ภาคผนวก ข  
ข้อมูลผลการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง  
หรือระบบที่ III โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III  
 เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว



Scheme of Ladkrabang District boundy study.

MathCad6.0+ Programme:

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L =	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.7 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.4 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 3.5 \\ 3.3 \\ 3.3 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2.6 \\ 2.9 \\ 1.8 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 3.0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.455 \\ 3.886 \\ 3.241 \\ 3.789 \\ 3.310 \\ 3.180 \\ 3.134 \\ 2.863 \\ 3.837 \\ 3.659 \\ 3.804 \\ 2.887 \\ 3.444 \\ 3.430 \\ 3.783 \\ 2.573 \\ 3.379 \\ 3.468 \\ 3.229 \\ 3.499 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	๓ :=	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$
------	--	-----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$i = 1, 2.. 20$

$\omega_i := L_i \cdot B_i$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$Q(H,i) = \sum_{k=1}^4 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \right] \cdot 2, 0 \right]$$

ระดับน้ำของปมปลายที่ 1,2,3,4,8,9,14,15,16,17,18,19,20 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$Ts := \begin{bmatrix} 1 \\ 864 \\ 1728 \\ 2592 \\ 3456 \\ 4320 \end{bmatrix}$	$HM1 := \begin{bmatrix} 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \end{bmatrix}$	$HM2 := \begin{bmatrix} 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \end{bmatrix}$	$HM3 := \begin{bmatrix} 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \end{bmatrix}$	$HM4 := \begin{bmatrix} 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \end{bmatrix}$	$HM8 := \begin{bmatrix} 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \end{bmatrix}$	$HM9 := \begin{bmatrix} 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \end{bmatrix}$
$HM14 := \begin{bmatrix} 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \end{bmatrix}$	$HM15 := \begin{bmatrix} 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \end{bmatrix}$	$HM16 := \begin{bmatrix} 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \end{bmatrix}$	$HM17 := \begin{bmatrix} 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \end{bmatrix}$	$HM18 := \begin{bmatrix} 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \end{bmatrix}$	$HM19 := \begin{bmatrix} 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \end{bmatrix}$	$HM20 := \begin{bmatrix} 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \end{bmatrix}$

ระยะเวลาหาผลเฉลยของแบบจำลอง 4320 นาที

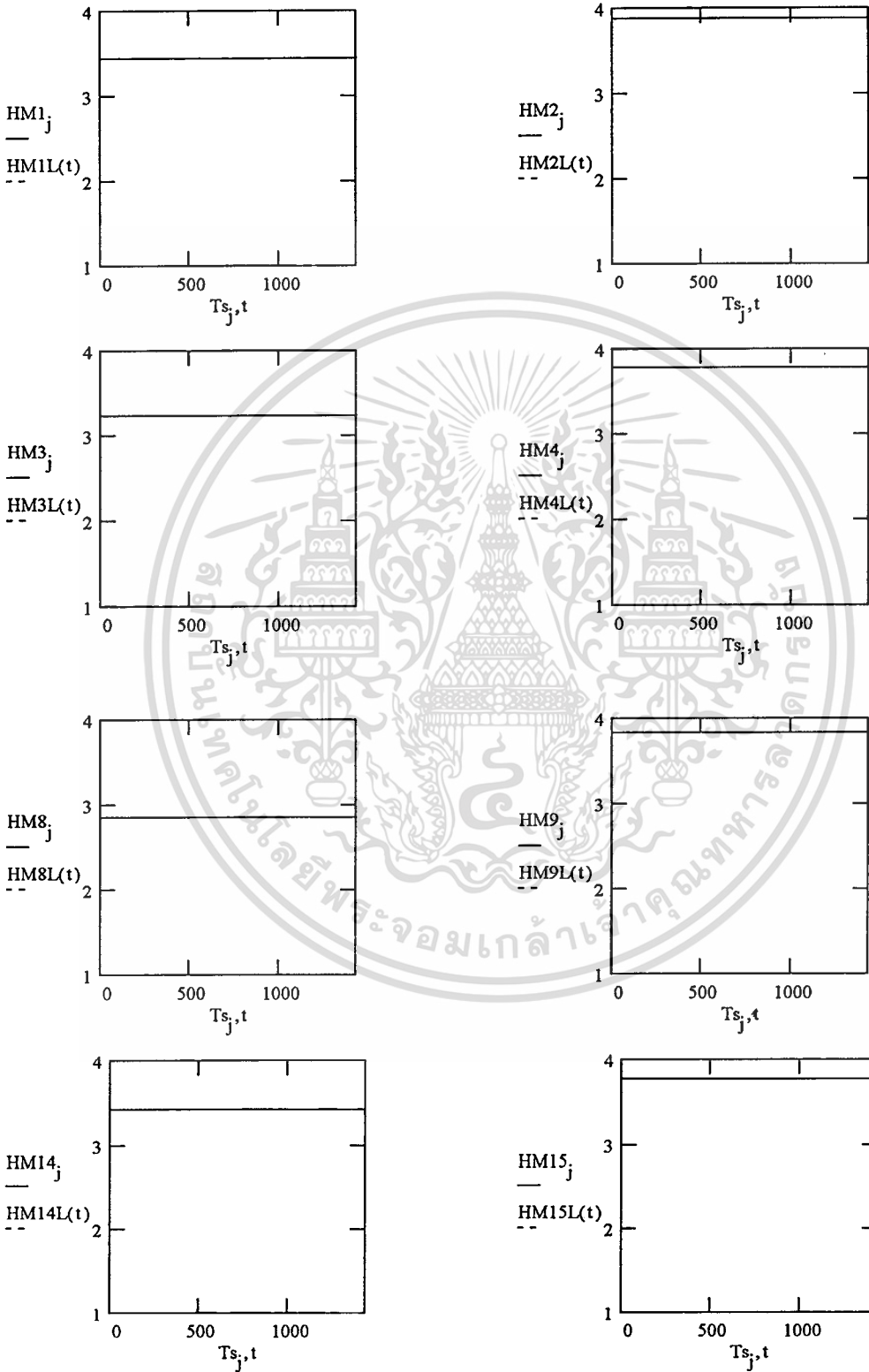
$mii := 60$   
 $hour := 60 \cdot \text{min}$   
 $t := 1, 864.. 4320$   
 $j := 1, 2.. 6$   
 $\frac{60 \cdot 4320 \cdot \text{min}}{\text{hour}} = 4.32 \cdot 10^3$

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)ของปมปลาย

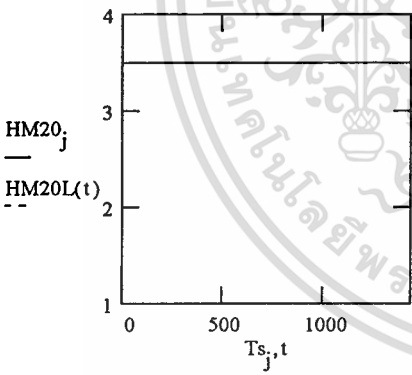
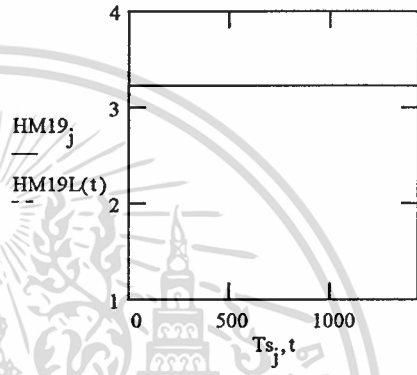
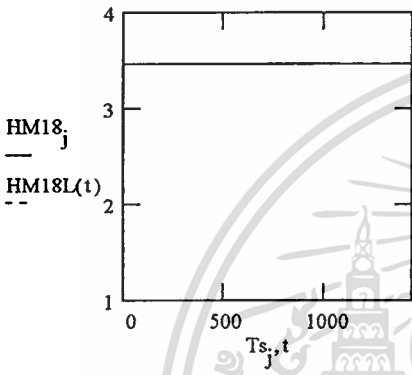
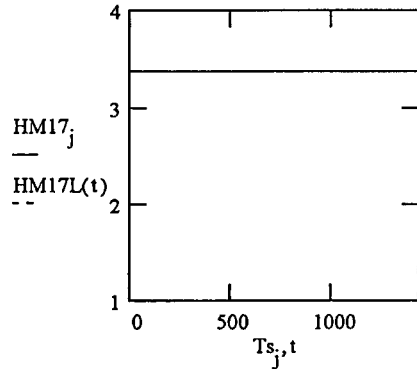
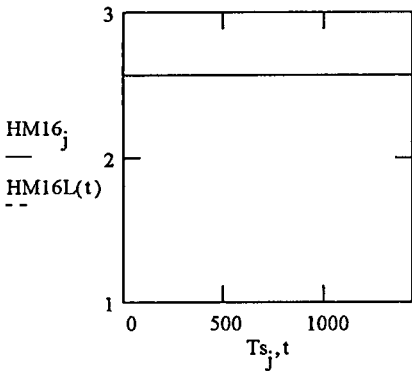
- $HM1L(t) := \text{linterp}(Ts, HM1, t)$        $HM15L(t) := \text{linterp}(Ts, HM15, t)$
- $HM2L(t) := \text{linterp}(Ts, HM2, t)$        $HM16L(t) := \text{linterp}(Ts, HM16, t)$
- $HM3L(t) := \text{linterp}(Ts, HM3, t)$        $HM17L(t) := \text{linterp}(Ts, HM17, t)$
- $HM4L(t) := \text{linterp}(Ts, HM4, t)$        $HM18L(t) := \text{linterp}(Ts, HM18, t)$
- $HM8L(t) := \text{linterp}(Ts, HM8, t)$        $HM19L(t) := \text{linterp}(Ts, HM19, t)$
- $HM9L(t) := \text{linterp}(Ts, HM9, t)$        $HM20L(t) := \text{linterp}(Ts, HM20, t)$
- $HM14L(t) := \text{linterp}(Ts, HM14, t)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัว  
กับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์:

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

G := rkfixed(H,0,4320,4320,C)

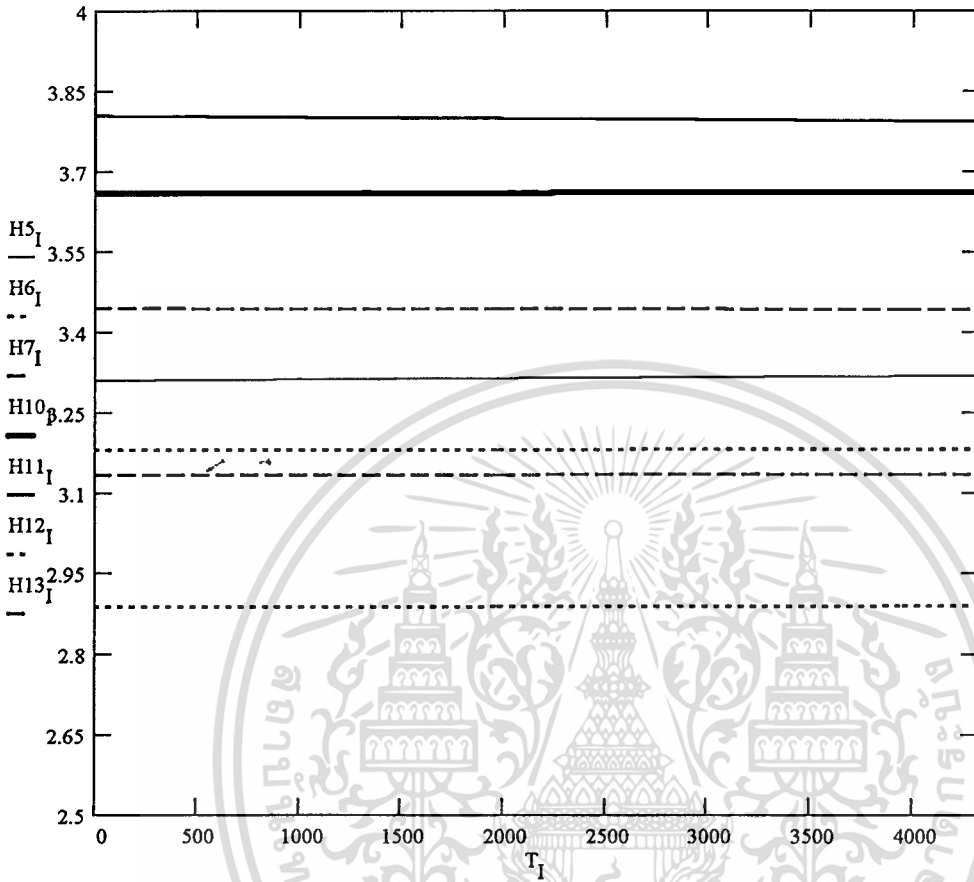
I := 1,2..4320

T := G<1>    H1 := G<2>    H2 := G<3>    H3 := G<4>    H4 := G<5>  
 H5 := G<6>    H6 := G<7>    H7 := G<8>    H8 := G<9>    H9 := G<10>  
 H10 := G<11>    H11 := G<12>    H12 := G<13>    H13 := G<14>    H14 := G<15>  
 H15 := G<16>    H16 := G<17>    H17 := G<18>    H18 := G<19>    H19 := G<20>  
 H20 := G<21>

$\frac{d}{dt}HM1L(t)$
$\frac{d}{dt}HM2L(t)$
$\frac{d}{dt}HM3L(t)$
$\frac{d}{dt}HM4L(t)$
$\frac{Q(H,5)}{\omega_5}$
$\frac{Q(H,6)}{\omega_6}$
$\frac{Q(H,7)}{\omega_7}$
$\frac{d}{dt}HM8L(t)$
$\frac{d}{dt}HM9L(t)$
$\frac{Q(H,10)}{\omega_{10}}$
$\frac{Q(H,11)}{\omega_{11}}$
$\frac{Q(H,12)}{\omega_{12}}$
$\frac{Q(H,13)}{\omega_{13}}$
$\frac{d}{dt}HM14L(t)$
$\frac{d}{dt}HM15L(t)$
$\frac{d}{dt}HM16L(t)$
$\frac{d}{dt}HM17L(t)$
$\frac{d}{dt}HM18L(t)$
$\frac{d}{dt}HM19L(t)$
$\frac{d}{dt}HM20L(t)$

C(t,H) :=





$\alpha=3.1$

ภาพที่ ข.39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆกับเวลาในพื้นที่ศึกษาเขตลุ่มดงกระบัง หรือระบบที่ III เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ 2540, ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

การประเมินค่าความผิดพลาด

FinalWaterLevel5 := H5 <sub>4320</sub>	ErHM5 :=  H5 <sub>4320</sub> - 3.310	ErHM5 = 0.009
FinalWaterLevel6 := H6 <sub>4320</sub>	ErHM6 :=  H6 <sub>4320</sub> - 3.180	ErHM6 = 0.002
FinalWaterLevel7 := H7 <sub>4320</sub>	ErHM7 :=  H7 <sub>4320</sub> - 3.134	ErHM7 = 3.899 · 10 <sup>-4</sup>
FinalWaterLevel10 := H10 <sub>4320</sub>	ErHM10 :=  H10 <sub>4320</sub> - 3.659	ErHM10 = 0.002
FinalWaterLevel11 := H11 <sub>4320</sub>	ErHM11 :=  H11 <sub>4320</sub> - 3.804	ErHM11 = 0.011
FinalWaterLevel12 := H12 <sub>4320</sub>	ErHM12 :=  H12 <sub>4320</sub> - 2.887	ErHM12 = 0.003
FinalWaterLevel13 := H13 <sub>4320</sub>	ErHM13 :=  H13 <sub>4320</sub> - 3.444	ErHM13 = 0.002

เมทริกซ์ของผลต่างของระดับน้ำกับค่าระดับน้ำเริ่มต้นของปมศูนย์กลาง

$$ErHM := \begin{bmatrix} 0.009 \\ 0.002 \\ 3.899 \cdot 10^{-4} \\ 0.002 \\ 0.011 \\ 0.003 \\ 0.002 \end{bmatrix} \quad HRL := \begin{bmatrix} 3.310 \\ 3.180 \\ 3.134 \\ 3.659 \\ 3.804 \\ 2.887 \\ 3.444 \end{bmatrix}$$

ค่าเฉลี่ยผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$ErHMC := \sum_{j=1}^7 \frac{ErHM_j}{7}$$

ErHMC = 0.004

ค่าเฉลี่ยระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมศูนย์กลาง

$$\sum_{j=1}^7 \frac{HRL_j}{7} = 3.345$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$\frac{100 \cdot 0.004}{3.345} = 0.12 \%$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลางแต่ละปม

$$\frac{ErHM5}{3.310} \cdot 100 = 0.261 \%$$

$$\frac{ErHM10}{3.659} \cdot 100 = 0.042 \%$$

$$\frac{ErHM13}{3.444} \cdot 100 = 0.057 \%$$

$$\frac{ErHM6}{3.180} \cdot 100 = 0.052 \%$$

$$\frac{ErHM11}{3.804} \cdot 100 = 0.284 \%$$

$$\frac{ErHM7}{3.134} \cdot 100 = 0.012 \%$$

$$\frac{ErHM12}{2.887} \cdot 100 = 0.094 \%$$

ค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$HM5 := \begin{bmatrix} 3.310 \\ 3.310 \\ 3.310 \\ 3.310 \\ 3.310 \\ 3.310 \end{bmatrix} \quad HM6 := \begin{bmatrix} 3.180 \\ 3.180 \\ 3.180 \\ 3.180 \\ 3.180 \end{bmatrix} \quad HM7 := \begin{bmatrix} 3.134 \\ 3.134 \\ 3.134 \\ 3.134 \end{bmatrix} \quad HM10 := \begin{bmatrix} 3.659 \\ 3.659 \\ 3.659 \\ 3.659 \end{bmatrix} \quad HM11 := \begin{bmatrix} 3.804 \\ 3.804 \\ 3.804 \\ 3.804 \end{bmatrix} \quad HM12 := \begin{bmatrix} 2.887 \\ 2.887 \\ 2.887 \\ 2.887 \end{bmatrix} \quad HM13 := \begin{bmatrix} 3.444 \\ 3.444 \\ 3.444 \\ 3.444 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated) ของปมศูนย์กลาง

$$\text{HM5L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM5}, t)$$

$$\text{HM10L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM10}, t)$$

$$\text{HM13L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM13}, t)$$

$$\text{HM6L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM6}, t)$$

$$\text{HM11L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM11}, t)$$

$$\text{HM7L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM7}, t)$$

$$\text{HM12L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM12}, t)$$

การประเมินค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในช่วงเวลาของการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM5}_j}{6} = 3.31$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM7}_j}{6} = 3.134$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM11}_j}{6} = 3.804$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM13}_j}{6} = 3.444$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM6}_j}{6} = 3.18$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM10}_j}{6} = 3.659$$

$$\sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM12}_j}{6} = 2.887$$

ผลต่างของระดับน้ำในแต่ละปมศูนย์กลางทุกช่วงเวลา 864 นาที

$$\text{ER5} := \begin{bmatrix} |\text{HM5}_1 - \text{H5}_1| \\ |\text{HM5}_2 - \text{H5}_{864}| \\ |\text{HM5}_3 - \text{H5}_{1728}| \\ |\text{HM5}_4 - \text{H5}_{2592}| \\ |\text{HM5}_5 - \text{H5}_{3456}| \\ |\text{HM5}_6 - \text{H5}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER6} := \begin{bmatrix} |\text{HM6}_1 - \text{H6}_1| \\ |\text{HM6}_2 - \text{H6}_{864}| \\ |\text{HM6}_3 - \text{H6}_{1728}| \\ |\text{HM6}_4 - \text{H6}_{2592}| \\ |\text{HM6}_5 - \text{H6}_{3456}| \\ |\text{HM6}_6 - \text{H6}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER7} := \begin{bmatrix} |\text{HM7}_1 - \text{H7}_1| \\ |\text{HM7}_2 - \text{H7}_{864}| \\ |\text{HM7}_3 - \text{H7}_{1728}| \\ |\text{HM7}_4 - \text{H7}_{2592}| \\ |\text{HM7}_5 - \text{H7}_{3456}| \\ |\text{HM7}_6 - \text{H7}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER10} := \begin{bmatrix} |\text{HM10}_1 - \text{H10}_1| \\ |\text{HM10}_2 - \text{H10}_{864}| \\ |\text{HM10}_3 - \text{H10}_{1728}| \\ |\text{HM10}_4 - \text{H10}_{2592}| \\ |\text{HM10}_5 - \text{H10}_{3456}| \\ |\text{HM10}_6 - \text{H10}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER11} := \begin{bmatrix} |\text{HM11}_1 - \text{H11}_1| \\ |\text{HM11}_2 - \text{H11}_{864}| \\ |\text{HM11}_3 - \text{H11}_{1728}| \\ |\text{HM11}_4 - \text{H11}_{2592}| \\ |\text{HM11}_5 - \text{H11}_{3456}| \\ |\text{HM11}_6 - \text{H11}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER12} := \begin{bmatrix} |\text{HM12}_1 - \text{H12}_1| \\ |\text{HM12}_2 - \text{H12}_{864}| \\ |\text{HM12}_3 - \text{H12}_{1728}| \\ |\text{HM12}_4 - \text{H12}_{2592}| \\ |\text{HM12}_5 - \text{H12}_{3456}| \\ |\text{HM12}_6 - \text{H12}_{4320}| \end{bmatrix}$$

$$\text{ER13} := \begin{bmatrix} |\text{HM13}_1 - \text{H13}_1| \\ |\text{HM13}_2 - \text{H13}_{864}| \\ |\text{HM13}_3 - \text{H13}_{1728}| \\ |\text{HM13}_4 - \text{H13}_{2592}| \\ |\text{HM13}_5 - \text{H13}_{3456}| \\ |\text{HM13}_6 - \text{H13}_{4320}| \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

## Node 5

$$\text{AverER5} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER6}_j}{6}$$

$$\text{AverER5} = 8.277 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER5} := \frac{\text{AverER5} \cdot 100}{3.310}$$

$$\text{PAverER5} = 0.025 \%$$

## Node 6

$$\text{AverER6} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER6}_j}{6}$$

$$\text{AverER6} = 8.277 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER6} := \frac{\text{AverER6} \cdot 100}{3.180}$$

$$\text{PAverER6} = 0.026 \%$$

## Node 7

$$\text{AverER7} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER7}_j}{6}$$

$$\text{AverER7} = 1.953 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER7} := \frac{\text{AverER7} \cdot 100}{3.134}$$

$$\text{PAverER7} = 0.006 \%$$

## Node 10

$$\text{AverER10} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER10}_j}{6}$$

$$\text{AverER10} = 7.69 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER10} := \frac{\text{AverER10} \cdot 100}{3.659}$$

$$\text{PAverER10} = 0.021 \%$$

## Node 11

$$\text{AverER11} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER11}_j}{6}$$

$$\text{AverER11} = 0.005$$

$$\text{PAverER11} := \frac{\text{AverER11} \cdot 100}{3.804}$$

$$\text{PAverER11} = 0.143 \%$$

## Node 12

$$\text{AverER12} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER12}_j}{6}$$

$$\text{AverER12} = 0.001$$

$$\text{PAverER12} := \frac{\text{AverER12} \cdot 100}{2.887}$$

$$\text{PAverER12} = 0.047 \%$$

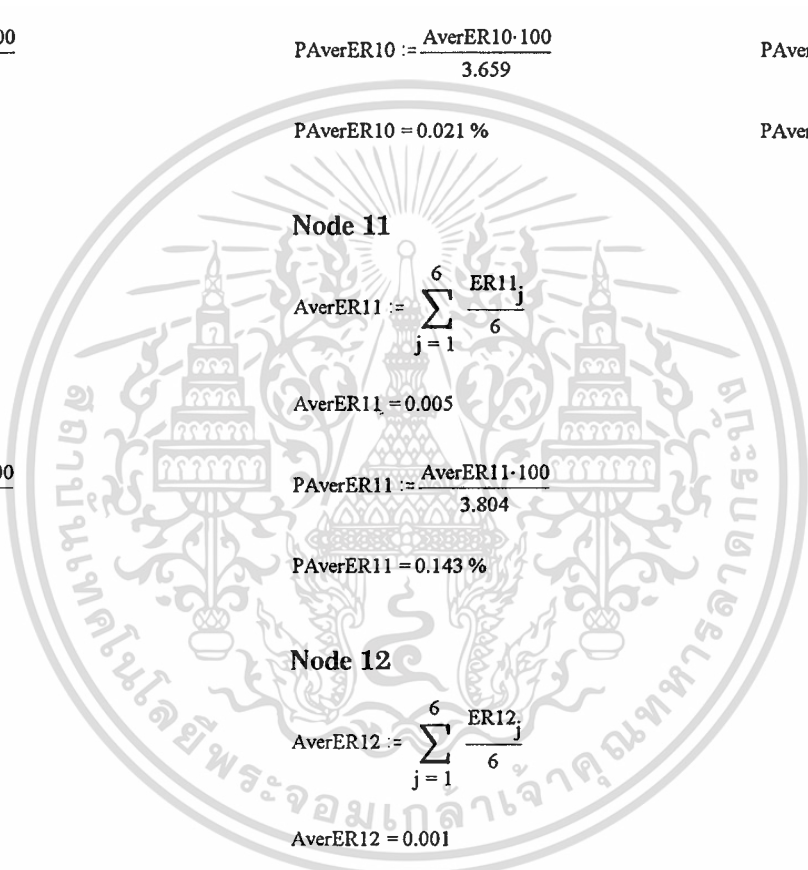
## Node 13

$$\text{AverER13} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER13}_j}{6}$$

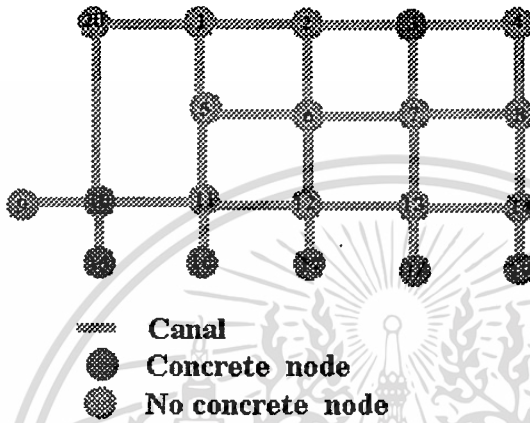
$$\text{AverER13} = 9.792 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER13} := \frac{\text{AverER13} \cdot 100}{3.444}$$

$$\text{PAverER13} = 0.028 \%$$



แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III  
 เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ.2540 ภายใต้สภาวะการไหลคงตัว



Scheme of Ladkrabang District boundy study.

MathCad6.0+ Programme:

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.3 \\ 2.3 \\ 1.6 \\ 1.9 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 2.4 \\ 1.8 \\ 2.8 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.2 \\ 2.3 \\ 1.8 \\ 2.2 \\ 1.6 \\ 2.1 \\ 2.1 \\ 1.7 \\ 2.5 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.055 \\ 3.186 \\ 2.741 \\ 2.989 \\ 2.910 \\ 3.080 \\ 3.234 \\ 2.363 \\ 3.137 \\ 3.059 \\ 3.204 \\ 2.687 \\ 3.244 \\ 2.630 \\ 3.383 \\ 2.373 \\ 2.879 \\ 2.968 \\ 2.329 \\ 2.999 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	$\omega :=$	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------------	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขเริ่มต้น

$i = 1, 2, \dots, 20$

$\omega_i := L_i \cdot B_i$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$Q(H, i) := \sum_{k=1}^4 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \right]^2, 0 \right]$$

ระดับน้ำของปมปลายที่ 1,2,3,4,8,9,14,15,16,17,18,19,20 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$Ts := \begin{bmatrix} 1 \\ 864 \\ 1728 \\ 2592 \\ 3456 \\ 4320 \end{bmatrix}$	$HM1 := \begin{bmatrix} 3.055 \\ 3.055 \\ 3.055 \\ 3.055 \\ 3.055 \end{bmatrix}$	$HM2 := \begin{bmatrix} 3.186 \\ 3.186 \\ 3.186 \\ 3.186 \\ 3.186 \end{bmatrix}$	$HM3 := \begin{bmatrix} 2.741 \\ 2.741 \\ 2.741 \\ 2.741 \\ 2.741 \end{bmatrix}$	$HM4 := \begin{bmatrix} 2.989 \\ 2.989 \\ 2.989 \\ 2.989 \\ 2.989 \end{bmatrix}$	$HM8 := \begin{bmatrix} 2.363 \\ 2.363 \\ 2.363 \\ 2.363 \\ 2.363 \end{bmatrix}$	$HM9 := \begin{bmatrix} 3.137 \\ 3.137 \\ 3.137 \\ 3.137 \\ 3.137 \end{bmatrix}$
$HM14 := \begin{bmatrix} 2.630 \\ 2.630 \\ 2.630 \\ 2.630 \\ 2.630 \end{bmatrix}$	$HM15 := \begin{bmatrix} 3.383 \\ 3.383 \\ 3.383 \\ 3.383 \\ 3.383 \end{bmatrix}$	$HM16 := \begin{bmatrix} 3.373 \\ 3.373 \\ 3.373 \\ 3.373 \\ 3.373 \end{bmatrix}$	$HM17 := \begin{bmatrix} 2.879 \\ 2.879 \\ 2.879 \\ 2.879 \\ 2.879 \end{bmatrix}$	$HM18 := \begin{bmatrix} 2.968 \\ 2.968 \\ 2.968 \\ 2.968 \\ 2.968 \end{bmatrix}$	$HM19 := \begin{bmatrix} 2.329 \\ 2.329 \\ 2.329 \\ 2.329 \\ 2.329 \end{bmatrix}$	$HM20 := \begin{bmatrix} 2.999 \\ 2.999 \\ 2.999 \\ 2.999 \\ 2.999 \end{bmatrix}$

ระยะเวลาหาผลเฉลยของแบบจำลอง 4320 นาที

$mii := 60$

$hour := 60 \cdot \text{min}$

$t = 1, 864, \dots, 4320$

$j := 1, 2, \dots, 6$

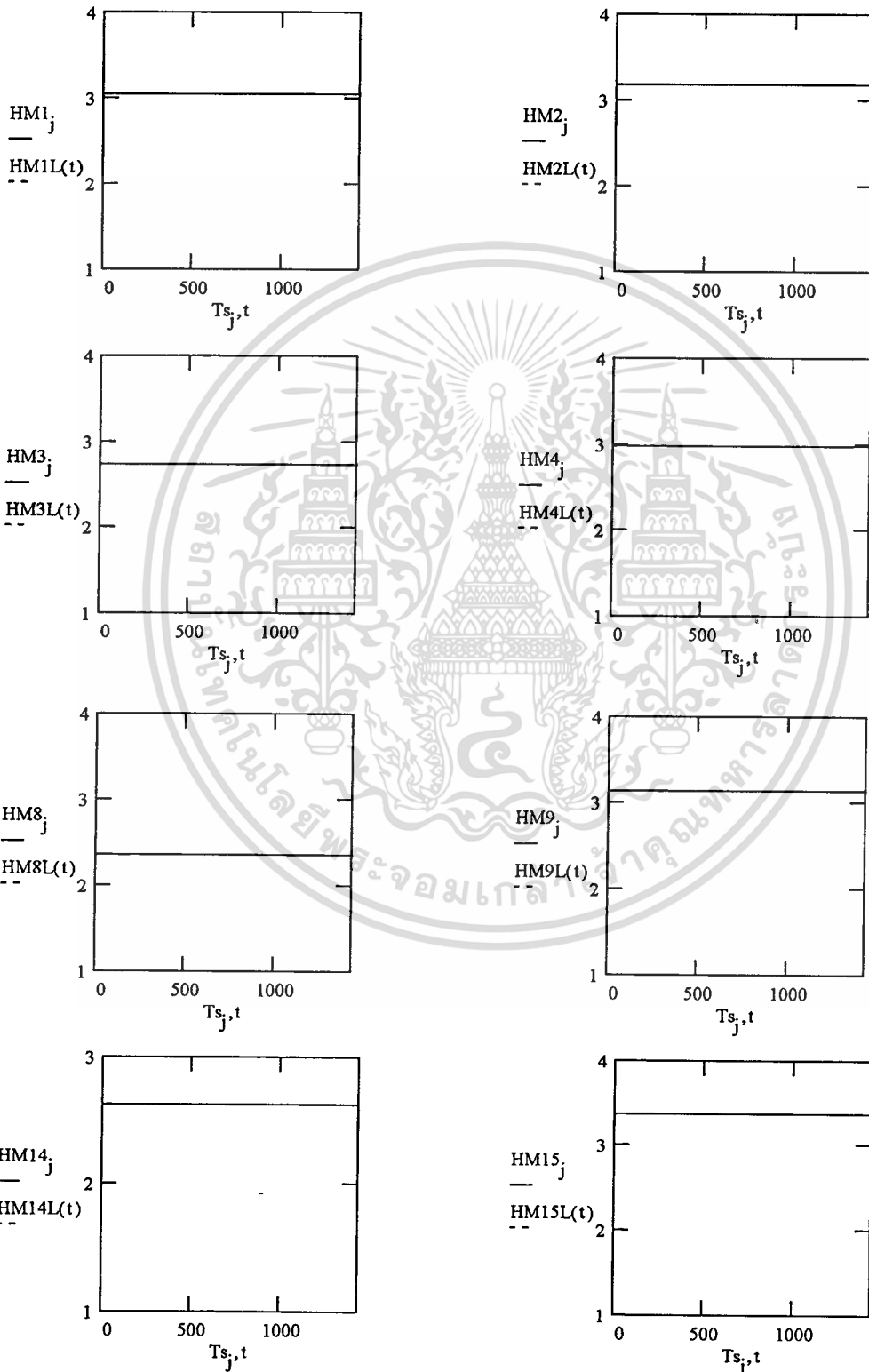
$\frac{60 \cdot 4320 \cdot \text{min}}{\text{hour}} = 4.32 \cdot 10^3 \text{ min}$

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated) ของปมปลาย

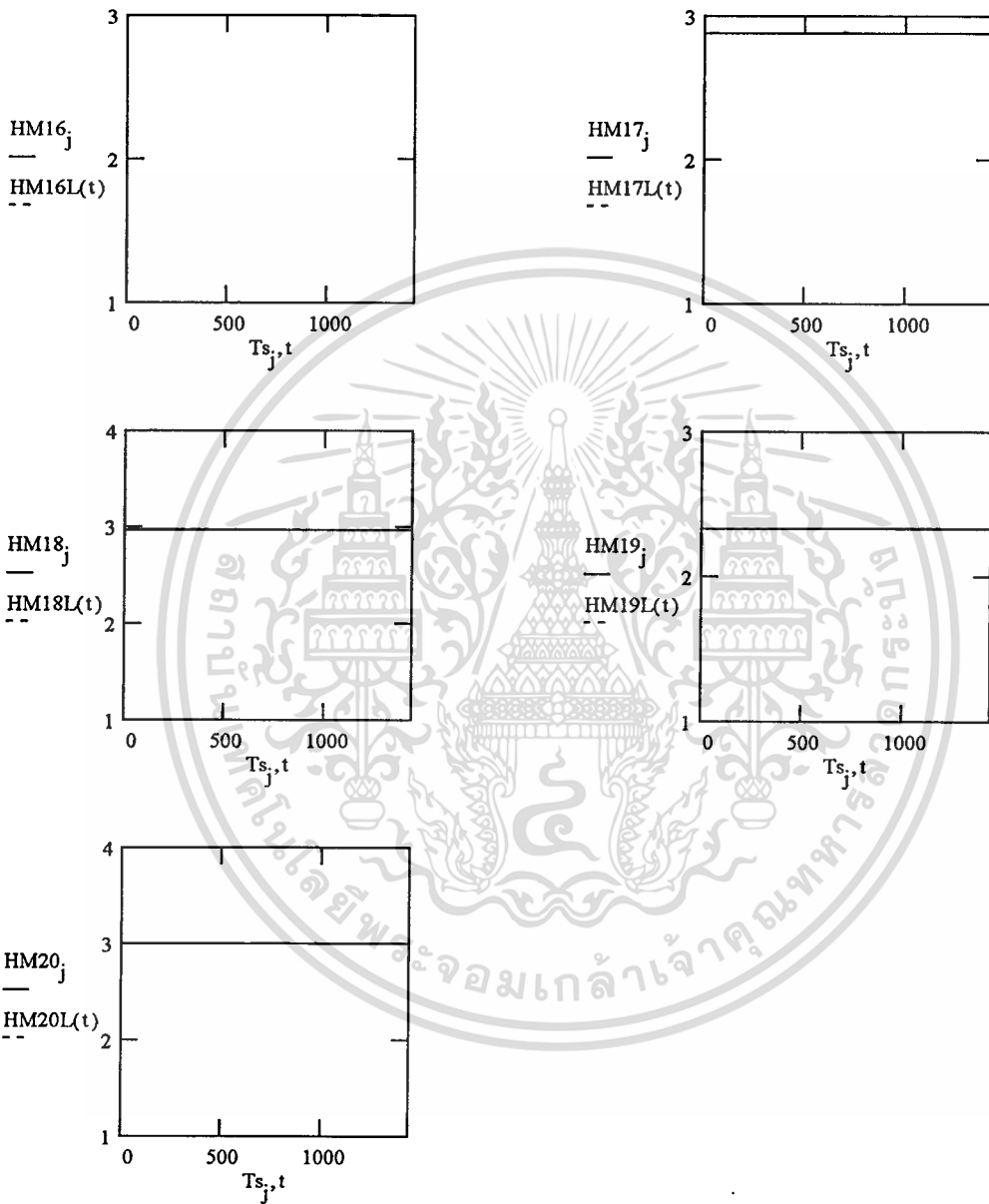
- |   |   |   |
|---|---|---|
| $HM1L(t) := \text{linterp}(Ts, HM1, t)$ | $HM14L(t) := \text{linterp}(Ts, HM14, t)$ | $HM20L(t) := \text{linterp}(Ts, HM20, t)$ |
| $HM2L(t) := \text{linterp}(Ts, HM2, t)$ | $HM15L(t) := \text{linterp}(Ts, HM15, t)$ |   |
| $HM3L(t) := \text{linterp}(Ts, HM3, t)$ | $HM16L(t) := \text{linterp}(Ts, HM16, t)$ |   |
| $HM4L(t) := \text{linterp}(Ts, HM4, t)$ | $HM17L(t) := \text{linterp}(Ts, HM17, t)$ |   |
| $HM8L(t) := \text{linterp}(Ts, HM8, t)$ | $HM18L(t) := \text{linterp}(Ts, HM18, t)$ |   |
| $HM9L(t) := \text{linterp}(Ts, HM9, t)$ | $HM19L(t) := \text{linterp}(Ts, HM19, t)$ |   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหล  
แบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปแบบเมทริกซ์:

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญวิธี Runge-Kutta

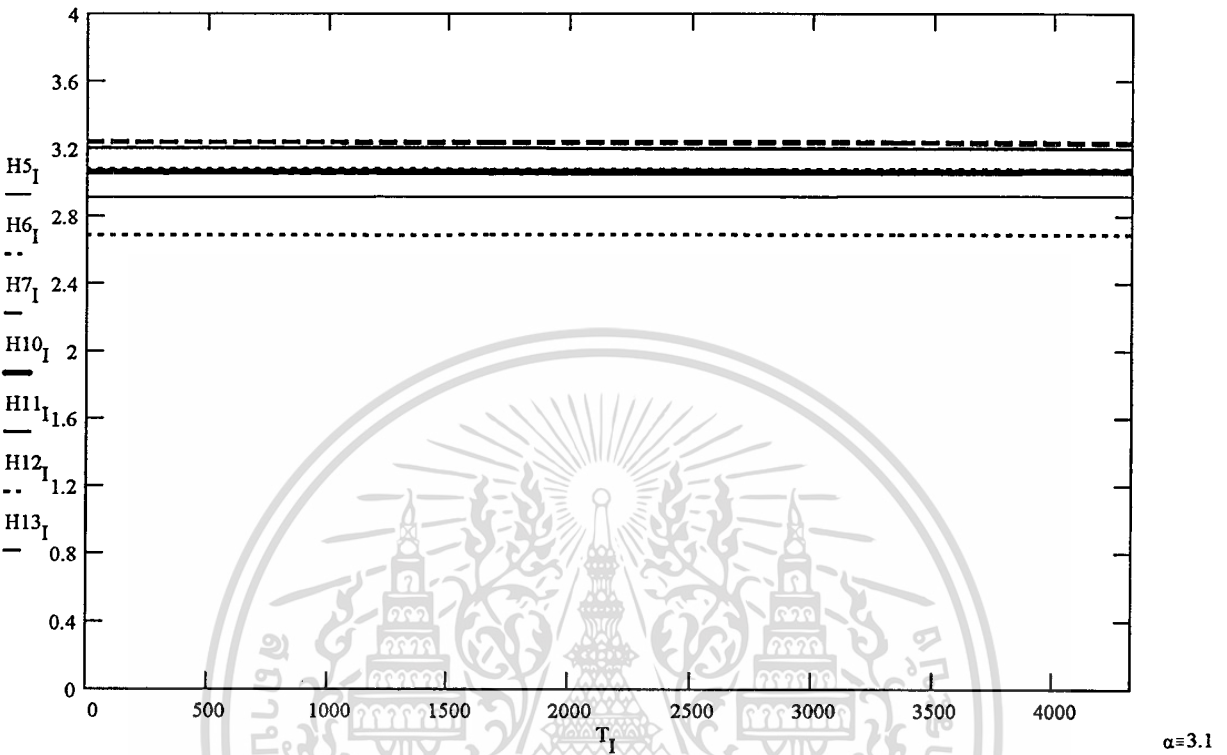
G := rkfixed(H, 0, 4320, 4320, C)

I := 1, 2.. 4320

T := G<1>    H1 := G<2>    H2 := G<3>    H3 := G<4>    H4 := G<5>  
 H5 := G<6>    H6 := G<7>    H7 := G<8>    H8 := G<9>    H9 := G<10>  
 H10 := G<11>    H11 := G<12>    H12 := G<13>    H13 := G<14>    H14 := G<15>  
 H15 := G<16>    H16 := G<17>    H17 := G<18>    H18 := G<19>    H19 := G<20>  
 H20 := G<21>

$\frac{d}{dt} HM1L(t)$
$\frac{d}{dt} HM2L(t)$
$\frac{d}{dt} HM3L(t)$
$\frac{d}{dt} HM4L(t)$
$\frac{Q(H, 5)}{\omega_5}$
$\frac{Q(H, 6)}{\omega_6}$
$\frac{Q(H, 7)}{\omega_7}$
$\frac{d}{dt} HM8L(t)$
$\frac{d}{dt} HM9L(t)$
$\frac{Q(H, 10)}{\omega_{10}}$
$\frac{Q(H, 11)}{\omega_{11}}$
$\frac{Q(H, 12)}{\omega_{12}}$
$\frac{Q(H, 13)}{\omega_{13}}$
$\frac{d}{dt} HM14L(t)$
$\frac{d}{dt} HM15L(t)$
$\frac{d}{dt} HM16L(t)$
$\frac{d}{dt} HM17L(t)$
$\frac{d}{dt} HM18L(t)$
$\frac{d}{dt} HM19L(t)$
$\frac{d}{dt} HM20L(t)$

C(t, H) :=



ภาพที่ ข.40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณของปมต่างๆกับเวลาในพื้นที่ศึกษาเขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III เมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ.2540 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

การประเมินค่าความผิดพลาด

FinalWaterLevel5 := H5 <sub>4320</sub>	ErHM5 =  H5 <sub>4320</sub> - 2.910	ErHM5 = 0.009
FinalWaterLevel6 := H6 <sub>4320</sub>	ErHM6 =  H6 <sub>4320</sub> - 3.080	ErHM6 = 6.358 · 10 <sup>-4</sup>
FinalWaterLevel7 := H7 <sub>4320</sub>	ErHM7 :=  H7 <sub>4320</sub> - 3.234	ErHM7 = 0.007
FinalWaterLevel10 := H10 <sub>4320</sub>	ErHM10 :=  H10 <sub>4320</sub> - 3.059	ErHM10 = 0.002
FinalWaterLevel11 := H11 <sub>4320</sub>	ErHM11 :=  H11 <sub>4320</sub> - 3.204	ErHM11 = 0.005
FinalWaterLevel12 := H12 <sub>4320</sub>	ErHM12 :=  H12 <sub>4320</sub> - 2.687	ErHM12 = 0.002
FinalWaterLevel13 := H13 <sub>4320</sub>	ErHM13 :=  H13 <sub>4320</sub> - 3.244	ErHM13 = 0.004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมทริกซ์ของค่าความแตกต่างๆของระดับน้ำและกับค่าระดับน้ำเริ่มต้นของปมศูนย์กลาง

$$\text{ErHM} := \begin{bmatrix} 0.009 \\ 6.358 \cdot 10^{-4} \\ 0.007 \\ 0.002 \\ 0.005 \\ 0.002 \\ 0.004 \end{bmatrix} \quad \text{HRL} := \begin{bmatrix} 2.910 \\ 3.080 \\ 3.234 \\ 3.059 \\ 3.204 \\ 2.687 \\ 3.244 \end{bmatrix}$$

ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$\text{ErHMC} := \sum_{j=1}^7 \frac{\text{ErHM}_j}{7}$$

$$\text{ErHMC} = 0.004$$

ค่าเฉลี่ยระดับน้ำที่วัดได้จริงของปมศูนย์กลาง

$$\sum_{j=1}^7 \frac{\text{HRL}_j}{7} = 3.06$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$\frac{100 \cdot 0.004}{3.060} = 0.131 \%$$

ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดสัมพัทธ์ของระดับน้ำปมศูนย์กลางแต่ละปม

$$\frac{\text{ErHM}_5}{2.910} \cdot 100 = 0.295 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_{10}}{3.059} \cdot 100 = 0.071 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_{13}}{3.244} \cdot 100 = 0.135 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_6}{3.080} \cdot 100 = 0.021 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_{11}}{3.204} \cdot 100 = 0.147 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_7}{3.234} \cdot 100 = 0.203 \%$$

$$\frac{\text{ErHM}_{12}}{2.687} \cdot 100 = 0.064 \%$$

ค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$\text{HM}_5 := \begin{bmatrix} 2.910 \\ 2.910 \\ 2.910 \\ 2.910 \\ 2.910 \\ 2.910 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_6 := \begin{bmatrix} 3.080 \\ 3.080 \\ 3.080 \\ 3.080 \\ 3.080 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_7 := \begin{bmatrix} 3.234 \\ 3.234 \\ 3.234 \\ 3.234 \\ 3.234 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_{10} := \begin{bmatrix} 3.059 \\ 3.059 \\ 3.059 \\ 3.059 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_{11} := \begin{bmatrix} 3.204 \\ 3.204 \\ 3.204 \\ 3.204 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_{12} := \begin{bmatrix} 2.687 \\ 2.687 \\ 2.687 \end{bmatrix} \quad \text{HM}_{13} := \begin{bmatrix} 3.244 \\ 3.244 \\ 3.244 \\ 3.244 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง( linearinterpolated) ของปมศูนย์กลาง

$$\begin{array}{lll}
 \text{HM5L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM5}, t) & \text{HM10L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM10}, t) & \text{HM13L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM13}, t) \\
 \text{HM6L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM6}, t) & \text{HM11L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM11}, t) & \\
 \text{HM7L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM7}, t) & \text{HM12L}(t) := \text{linterp}(Ts, \text{HM12}, t) & 
 \end{array}$$

การประเมินค่าเฉลี่ยความผิดพลาดในช่วงเวลาของการคำนวณ โดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$\begin{array}{llll}
 \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM5}_j}{6} = 2.91 & \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM7}_j}{6} = 3.234 & \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM11}_j}{6} = 3.204 & \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM13}_j}{6} = 3.244 \\
 \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM6}_j}{6} = 3.08 & \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM10}_j}{6} = 3.059 & \sum_{j=1}^6 \frac{\text{HM12}_j}{6} = 2.687 & 
 \end{array}$$

ผลต่างของระดับน้ำในแต่ละปมศูนย์กลางทุกช่วงเวลา 864 นาที

$$\begin{array}{lll}
 \text{ER5} := \begin{bmatrix} |\text{HM5}_1 - \text{H5}_1| \\ |\text{HM5}_2 - \text{H5}_{864}| \\ |\text{HM5}_3 - \text{H5}_{1728}| \\ |\text{HM5}_4 - \text{H5}_{2592}| \\ |\text{HM5}_5 - \text{H5}_{3456}| \\ |\text{HM5}_6 - \text{H5}_{4320}| \end{bmatrix} & \text{ER6} := \begin{bmatrix} |\text{HM6}_1 - \text{H6}_1| \\ |\text{HM6}_2 - \text{H6}_{864}| \\ |\text{HM6}_3 - \text{H6}_{1728}| \\ |\text{HM6}_4 - \text{H6}_{2592}| \\ |\text{HM6}_5 - \text{H6}_{3456}| \\ |\text{HM6}_6 - \text{H6}_{4320}| \end{bmatrix} & \text{ER7} := \begin{bmatrix} |\text{HM7}_1 - \text{H7}_1| \\ |\text{HM7}_2 - \text{H7}_{864}| \\ |\text{HM7}_3 - \text{H7}_{1728}| \\ |\text{HM7}_4 - \text{H7}_{2592}| \\ |\text{HM7}_5 - \text{H7}_{3456}| \\ |\text{HM7}_6 - \text{H7}_{4320}| \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 \text{ER10} := \begin{bmatrix} |\text{HM10}_1 - \text{H10}_1| \\ |\text{HM10}_2 - \text{H10}_{864}| \\ |\text{HM10}_3 - \text{H10}_{1728}| \\ |\text{HM10}_4 - \text{H10}_{2592}| \\ |\text{HM10}_5 - \text{H10}_{3456}| \\ |\text{HM10}_6 - \text{H10}_{4320}| \end{bmatrix} & \text{ER11} := \begin{bmatrix} |\text{HM11}_1 - \text{H11}_1| \\ |\text{HM11}_2 - \text{H11}_{864}| \\ |\text{HM11}_3 - \text{H11}_{1728}| \\ |\text{HM11}_4 - \text{H11}_{2592}| \\ |\text{HM11}_5 - \text{H11}_{3456}| \\ |\text{HM11}_6 - \text{H11}_{4320}| \end{bmatrix} & \text{ER12} := \begin{bmatrix} |\text{HM12}_1 - \text{H12}_1| \\ |\text{HM12}_2 - \text{H12}_{864}| \\ |\text{HM12}_3 - \text{H12}_{1728}| \\ |\text{HM12}_4 - \text{H12}_{2592}| \\ |\text{HM12}_5 - \text{H12}_{3456}| \\ |\text{HM12}_6 - \text{H12}_{4320}| \end{bmatrix}
 \end{array}$$

$$\text{ER13} := \begin{bmatrix} |\text{HM13}_1 - \text{H13}_1| \\ |\text{HM13}_2 - \text{H13}_{864}| \\ |\text{HM13}_3 - \text{H13}_{1728}| \\ |\text{HM13}_4 - \text{H13}_{2592}| \\ |\text{HM13}_5 - \text{H13}_{3456}| \\ |\text{HM13}_6 - \text{H13}_{4320}| \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ค่าเฉลี่ยของผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

## Node 5

$$\text{AverER5} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER6}_j}{6}$$

$$\text{AverER5} = 3.192 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER5} := \frac{\text{AverER5} \cdot 100}{2.910}$$

$$\text{PAverER5} = 0.011 \%$$

## Node 6

$$\text{AverER6} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER6}_j}{6}$$

$$\text{AverER6} = 3.192 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER6} := \frac{\text{AverER6} \cdot 100}{3.080}$$

$$\text{PAverER6} = 0.01 \%$$

## Node 7

$$\text{AverER7} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER7}_j}{6}$$

$$\text{AverER7} = 0.003$$

$$\text{PAverER7} := \frac{\text{AverER7} \cdot 100}{3.234}$$

$$\text{PAverER7} = 0.102 \%$$

## Node 10

$$\text{AverER10} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER10}_j}{6}$$

$$\text{AverER10} = 0.001$$

$$\text{PAverER10} := \frac{\text{AverER10} \cdot 100}{3.059}$$

$$\text{PAverER10} = 0.036 \%$$

## Node 11

$$\text{AverER11} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER11}_j}{6}$$

$$\text{AverER11} = 0.002$$

$$\text{PAverER11} := \frac{\text{AverER11} \cdot 100}{3.204}$$

$$\text{PAverER11} = 0.074 \%$$

## Node 12

$$\text{AverER12} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER12}_j}{6}$$

$$\text{AverER12} = 8.668 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{PAverER12} := \frac{\text{AverER12} \cdot 100}{2.687}$$

$$\text{PAverER12} = 0.032 \%$$

## Node 13

$$\text{AverER13} := \sum_{j=1}^6 \frac{\text{ER13}_j}{6}$$

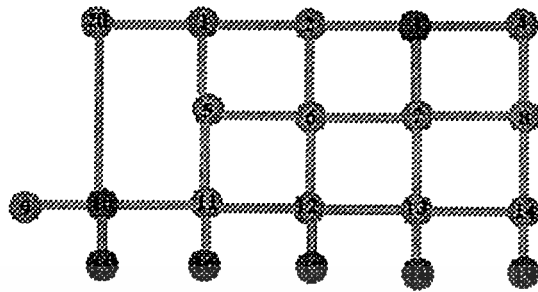
$$\text{AverER13} = 0.002$$

$$\text{PAverER13} := \frac{\text{AverER13} \cdot 100}{3.244}$$

$$\text{PAverER13} = 0.067 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง, ระบบที่ III  
เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว



- Canal
- Concrete node
- No concrete node

Scheme of Ladkrabang District boundy study.

**MathCad6.0+ Programme:**

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.7 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.4 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 3.5 \\ 3.3 \\ 3.3 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2.6 \\ 2.9 \\ 1.8 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 3.0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.455 \\ 3.886 \\ 3.241 \\ 3.789 \\ 3.310 \\ 3.180 \\ 3.134 \\ 2.863 \\ 3.837 \\ 3.659 \\ 3.804 \\ 2.887 \\ 3.444 \\ 3.430 \\ 3.783 \\ 2.573 \\ 3.379 \\ 3.468 \\ 3.229 \\ 3.499 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	Q :=	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$	Q <sub>L</sub> :=	$\begin{bmatrix} 7.922 \cdot 10^6 \\ 7.313 \cdot 10^6 \\ 2.438 \cdot 10^6 \\ 4.875 \cdot 10^6 \\ 2.072 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 2.011 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 7.922 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 7.922 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \end{bmatrix}$	R :=	$\begin{bmatrix} 2.099 \cdot 10^3 \\ 1.938 \cdot 10^3 \\ 645.988 \\ 1.292 \cdot 10^3 \\ 549.09 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 5.329 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 2.099 \cdot 10^3 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 322.994 \\ 232.556 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 274.545 \\ 274.545 \\ 1.776 \cdot 10^3 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------------------	--	------	---

เงื่อนไขเริ่มต้น

$$i := 1, 2.. 20$$

$$\text{AreaOfEachNodes}_i := \omega_i$$

$$\omega_i := L_i \cdot B_i$$

$$\text{TotalareaOfLad} := 123859000 \text{ m}^2$$

$$\text{totallength} := \sum_{i=1}^{20} L_i \text{ m}$$

$$\text{totallength} = 1.016 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$\text{AreaofCanal}_i := \omega L_i$$

$$\omega L_i := \frac{123859000}{20} \cdot L_i \text{ m}^2$$

$$\sum_{i=1}^{20} L_i$$

$$\text{Rainfallintensity} := 2.65 \cdot 10^{-3} \text{ m/min}$$

$$\text{AreaReductionFactor} := 0.1$$

$$\text{VolumeOfRainfallInEachNode}_i := R_i$$

$$R_i := 2.65 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1 \cdot \omega L_i \text{ m}^3/\text{min}$$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$$Q(H, i) := \sum_{k=1}^4 \left[ \text{if } M_{i,k} \neq 0, \alpha B(M_{i,k}) \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H(M_{i,k}) - H_i}{L(M_{i,k}) + L_i} \cdot 2, 0 \right] \right]$$

$$I := 1, 2.. 4320$$

$$t = 90 \text{ min}$$

เงื่อนไขฝนตกในแต่ละปม

$$\text{qrain}(t, i) := \begin{cases} R_i & \text{if } t \leq 90 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{RR}(t, i) := \text{qrain}(t, i)$$

ค่าความเข้มฝนออกแบบเท่ากับ  $2.65 \cdot 10^{-3}$ ,  $2.65 \cdot 10^{-4}$ ,  $2.65 \cdot 10^{-6} \text{ m/min}$

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1, 0.3, 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำของปมปลาย ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$T_s :=$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 864 \\ 1728 \\ 2592 \\ 3456 \\ 4320 \end{bmatrix}$	$HM1 :=$	$\begin{bmatrix} 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \end{bmatrix}$	$HM2 :=$	$\begin{bmatrix} 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \end{bmatrix}$	$HM3 :=$	$\begin{bmatrix} 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \end{bmatrix}$	$HM4 :=$	$\begin{bmatrix} 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \end{bmatrix}$	$HM8 :=$	$\begin{bmatrix} 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \end{bmatrix}$	$HM9 :=$	$\begin{bmatrix} 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \\ 3.837 \end{bmatrix}$
$HM14 :=$	$\begin{bmatrix} 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \end{bmatrix}$	$HM15 :=$	$\begin{bmatrix} 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \\ 3.783 \end{bmatrix}$	$HM16 :=$	$\begin{bmatrix} 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \\ 2.573 \end{bmatrix}$	$HM17 :=$	$\begin{bmatrix} 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \\ 3.379 \end{bmatrix}$	$HM18 :=$	$\begin{bmatrix} 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \\ 3.468 \end{bmatrix}$	$HM19 :=$	$\begin{bmatrix} 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \\ 3.229 \end{bmatrix}$	$HM20 :=$	$\begin{bmatrix} 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \end{bmatrix}$

ระยะเวลาไหลผลเฉลยของแบบจำลอง 4320 นาที

mii := 60  
 hour := 60·min  
 T := 1, 864.. 4320  
 j := 1, 2.. 6

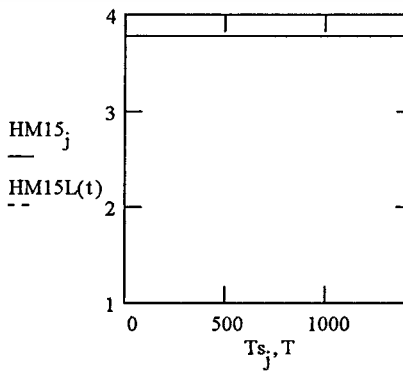
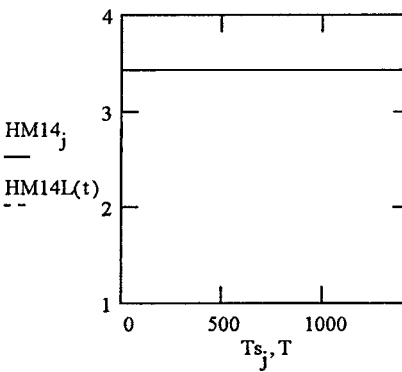
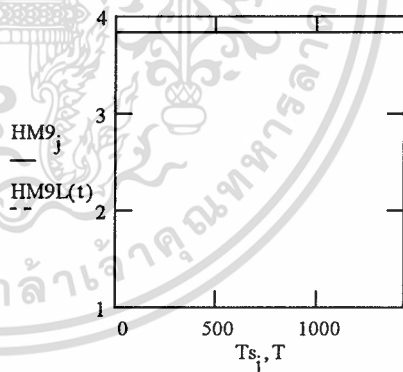
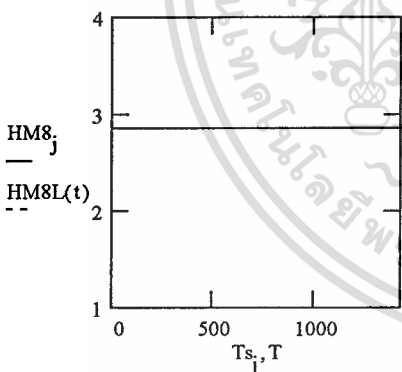
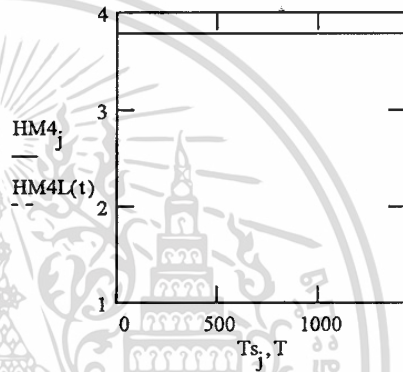
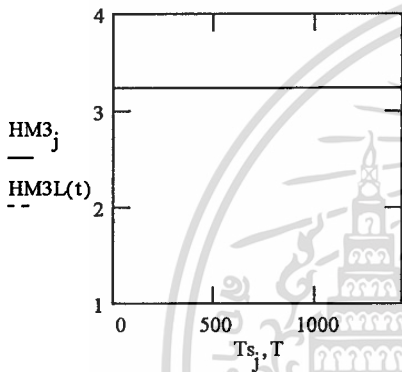
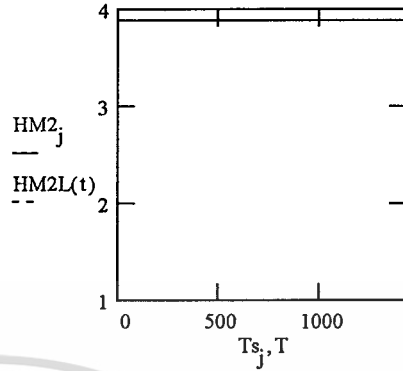
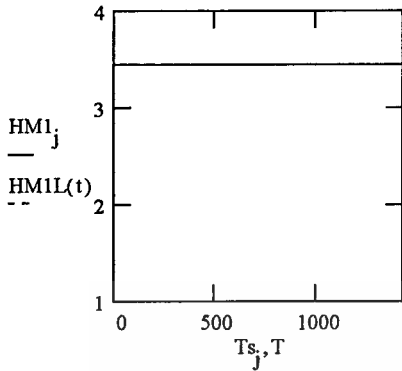
$$\frac{60 \cdot 4320 \cdot \text{min}}{\text{hour}} = 4.32 \cdot 10^3 \text{ min}$$

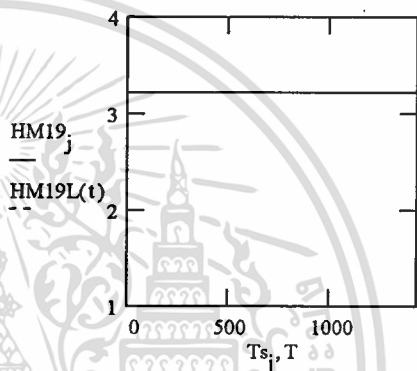
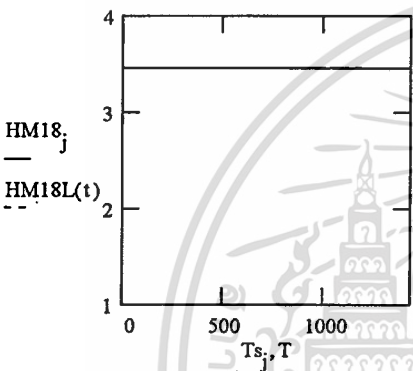
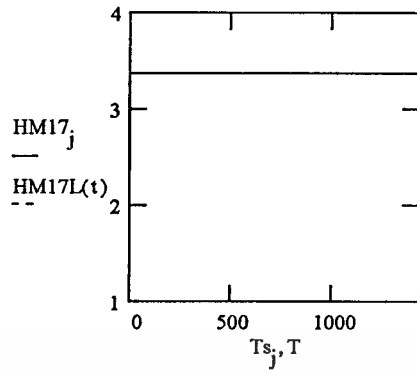
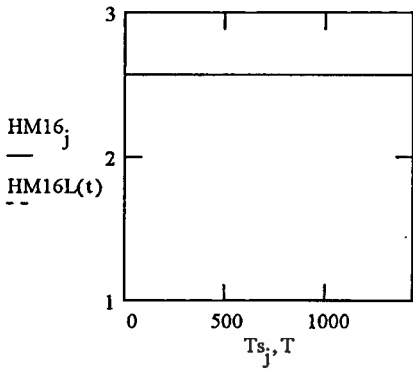
เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)ของปมปลาย

$HM1L(T) := \text{linterp}(T_s, HM1, T)$	$HM14L(T) := \text{linterp}(T_s, HM14, T)$	$HM20L(T) := \text{linterp}(T_s, HM20, T)$
$HM2L(T) := \text{linterp}(T_s, HM2, T)$	$HM15L(T) := \text{linterp}(T_s, HM15, T)$	
$HM3L(T) := \text{linterp}(T_s, HM3, T)$	$HM16L(T) := \text{linterp}(T_s, HM16, T)$	
$HM4L(T) := \text{linterp}(T_s, HM4, T)$	$HM17L(T) := \text{linterp}(T_s, HM17, T)$	
$HM8L(T) := \text{linterp}(T_s, HM8, T)$	$HM18L(T) := \text{linterp}(T_s, HM18, T)$	
$HM9L(T) := \text{linterp}(T_s, HM9, T)$	$HM19L(T) := \text{linterp}(T_s, HM19, T)$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายที่ 1,10,17 ระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)

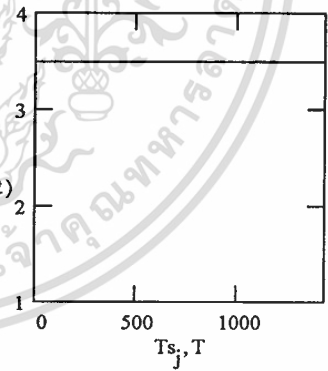




ความเร็วกระแสน้ำแต่ละปม, m/min

$$\frac{Q(H, i)}{B_i \cdot H_i}$$

$1.575 \cdot 10^{-4}$
0.002
$5.534 \cdot 10^{-4}$
0.001
$5.156 \cdot 10^{-4}$
$2.903 \cdot 10^{-4}$
$7.722 \cdot 10^{-5}$
$9.8 \cdot 10^{-4}$
$4.843 \cdot 10^{-5}$
$2.639 \cdot 10^{-4}$
0.002
$9.472 \cdot 10^{-4}$
$3.529 \cdot 10^{-4}$
$4.654 \cdot 10^{-4}$
$1.272 \cdot 10^{-4}$
$8.588 \cdot 10^{-4}$
$1.64 \cdot 10^{-4}$
$2.21 \cdot 10^{-5}$
$3.237 \cdot 10^{-4}$
$8.395 \cdot 10^{-5}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

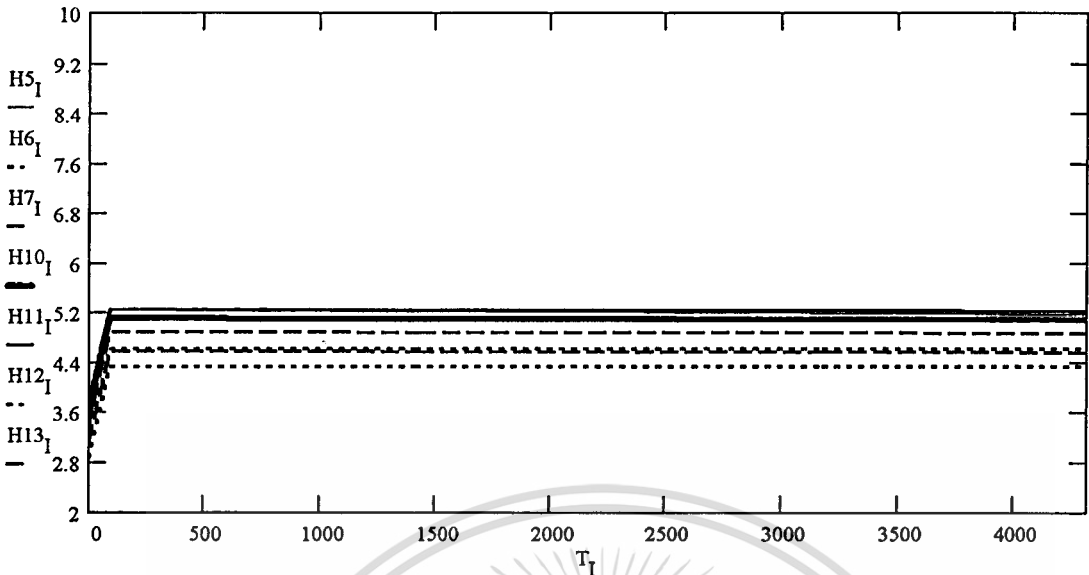
เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญวิธี Runge-Kutta

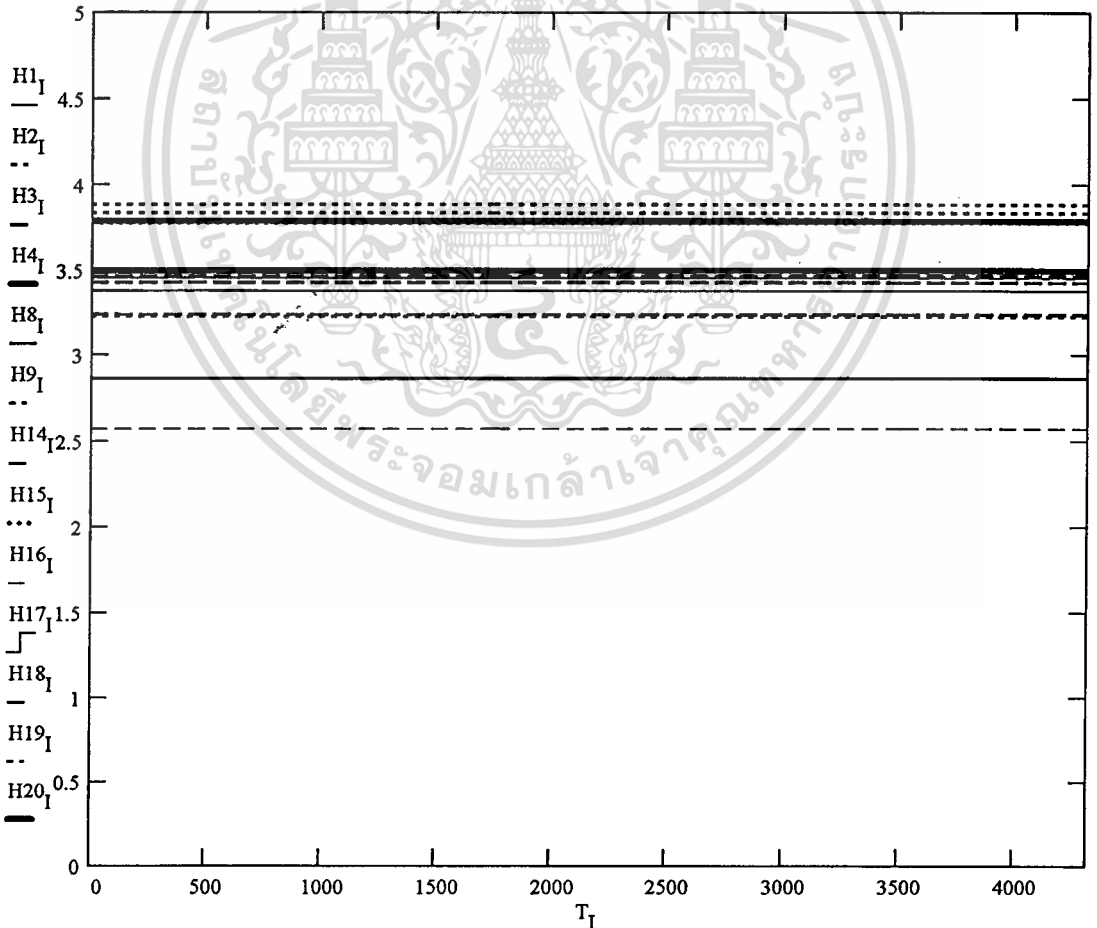
G := rkfixed(H, 0, 4320, 4320, C)

T := G<1>    H1 := G<2>    H2 := G<3>    H3 := G<4>    H4 := G<5>  
                   H5 := G<6>    H6 := G<7>    H7 := G<8>    H8 := G<9>  
                   H9 := G<10>    H10 := G<11>    H11 := G<12>    H12 := G<13>  
                   H13 := G<14>    H14 := G<15>    H15 := G<16>    H16 := G<17>  
                   H17 := G<18>    H18 := G<19>    H19 := G<20>    H20 := G<21>

$\frac{d}{dt} HM1L(t)$
$\frac{d}{dt} HM2L(t)$
$\frac{d}{dt} HM3L(t)$
$\frac{d}{dt} HM4L(t)$
$\frac{Q(H, 5)}{\omega_5} + \frac{RR(t, 5)}{\omega_5}$
$\frac{Q(H, 6)}{\omega_6} + \frac{RR(t, 6)}{\omega_6}$
$\frac{Q(H, 7)}{\omega_7} + \frac{RR(t, 7)}{\omega_7}$
$\frac{d}{dt} HM8L(t)$
$\frac{d}{dt} HM9L(t)$
$\frac{Q(H, 10)}{\omega_{10}} + \frac{RR(t, 10)}{\omega_{10}}$
$\frac{Q(H, 11)}{\omega_{11}} + \frac{RR(t, 11)}{\omega_{11}}$
$\frac{Q(H, 12)}{\omega_{12}} + \frac{RR(t, 12)}{\omega_{12}}$
$\frac{Q(H, 13)}{\omega_{13}} + \frac{RR(t, 13)}{\omega_{13}}$
$\frac{d}{dt} HM14L(t)$
$\frac{d}{dt} HM15L(t)$
$\frac{d}{dt} HM16L(t)$
$\frac{d}{dt} HM17L(t)$
$\frac{d}{dt} HM18L(t)$
$\frac{d}{dt} HM19L(t)$
$\frac{d}{dt} HM20L(t)$



ภาพที่ ๔.๔๑ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลางเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1



ภาพที่ ๔.๔๒ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลายเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -1.878$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -1.455$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -1.44$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -1.434$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -1.44$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -1.458$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -1.438$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

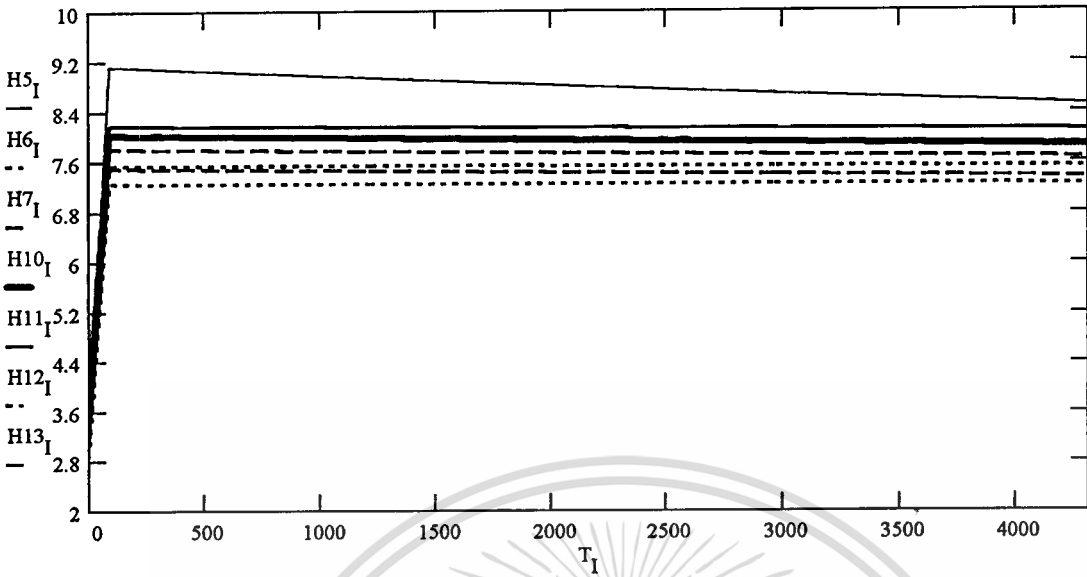
$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

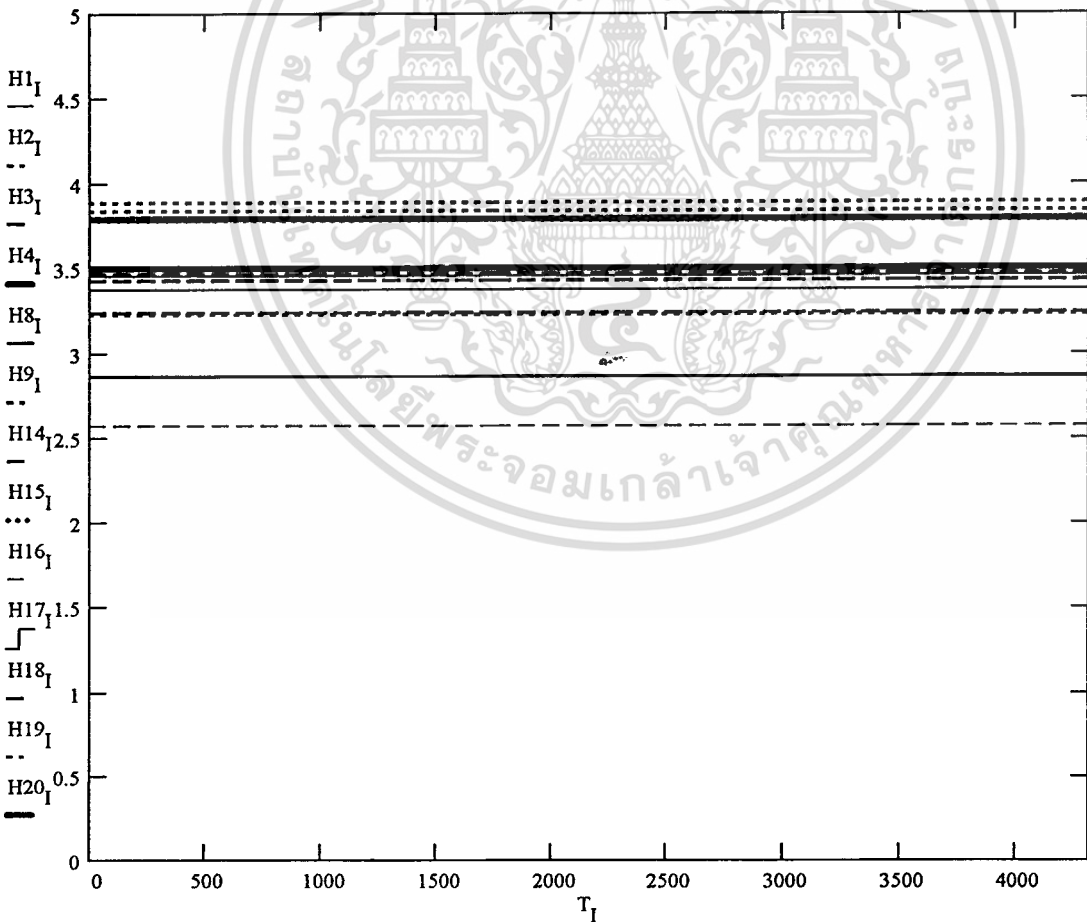
$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.43 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3



ภาพที่ ข.44 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -5.203$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -4.343$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -4.222$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -4.192$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -4.301$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -4.362$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -4.224$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

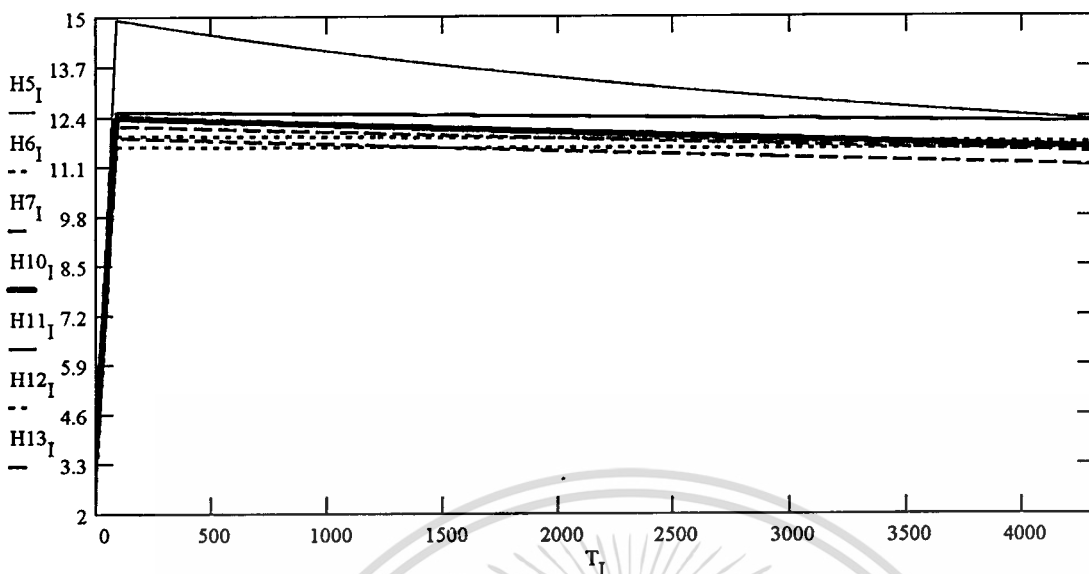
$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

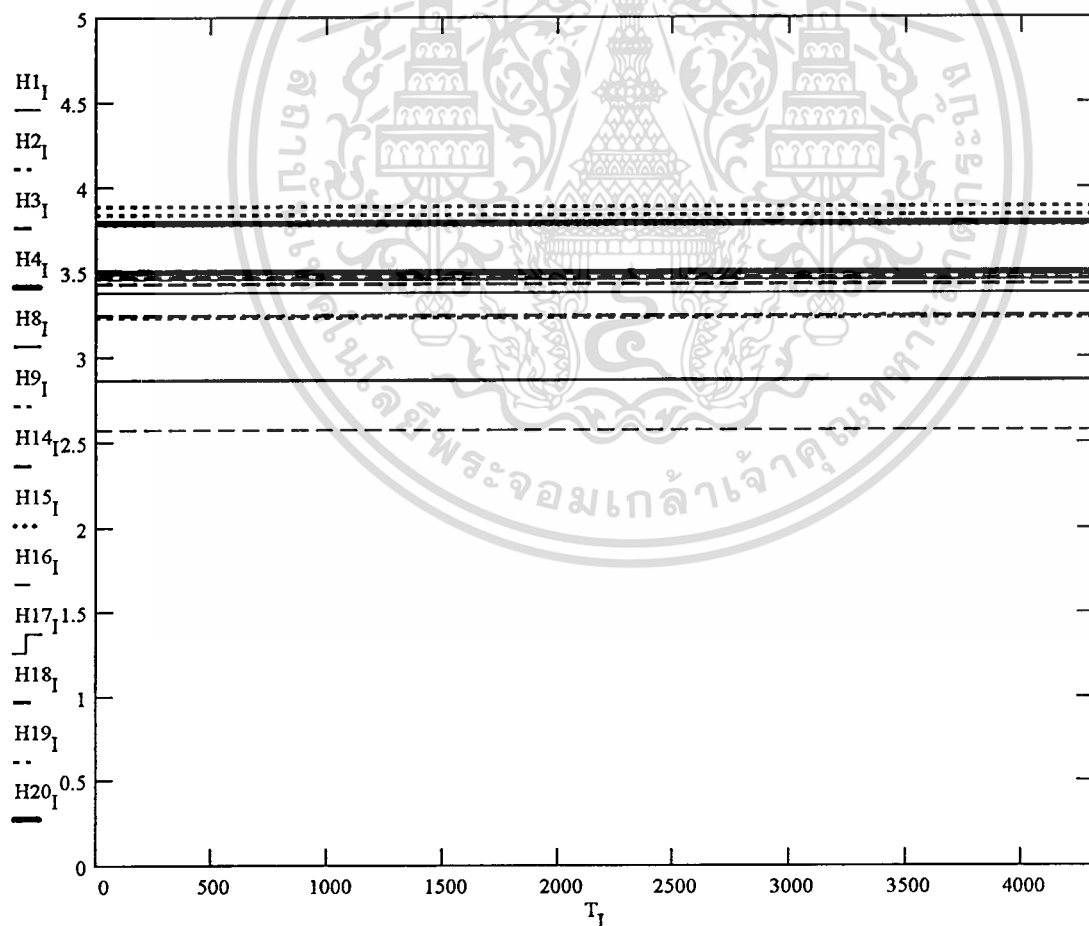
$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$





ภาพที่ ๔.45 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6



ภาพที่ ๔.46 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6

$\alpha=1.5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -9.003$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -8.552$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -7.994$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -7.926$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -8.454$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -8.671$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -8.034$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

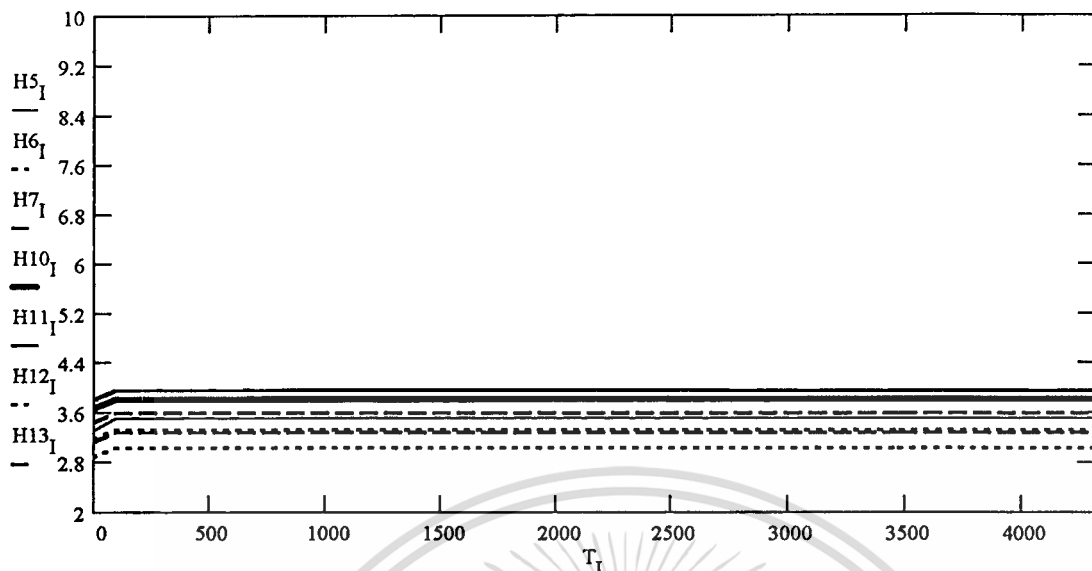
$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

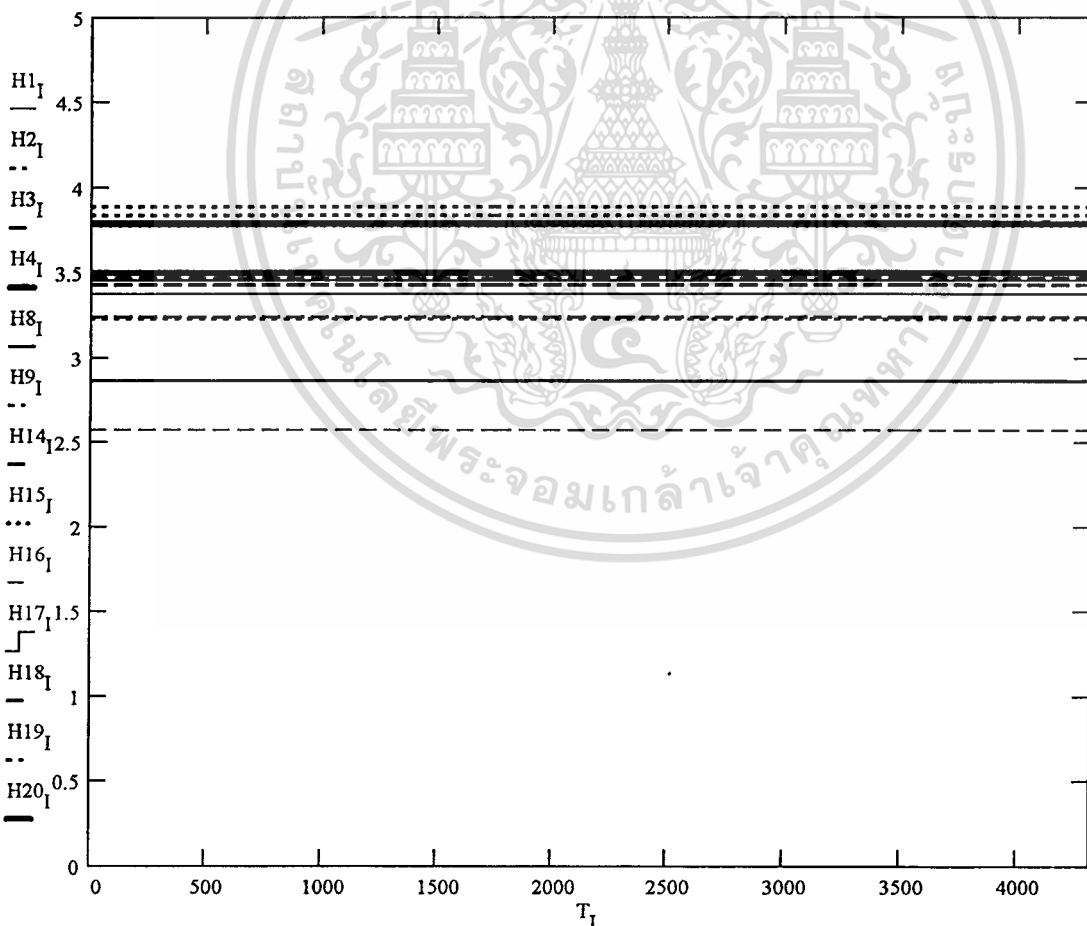
$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๔.๔๗ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1



ภาพที่ ๔.๔๘ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.196$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.146$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.145$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.145$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -0.14$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.147$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -0.144$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

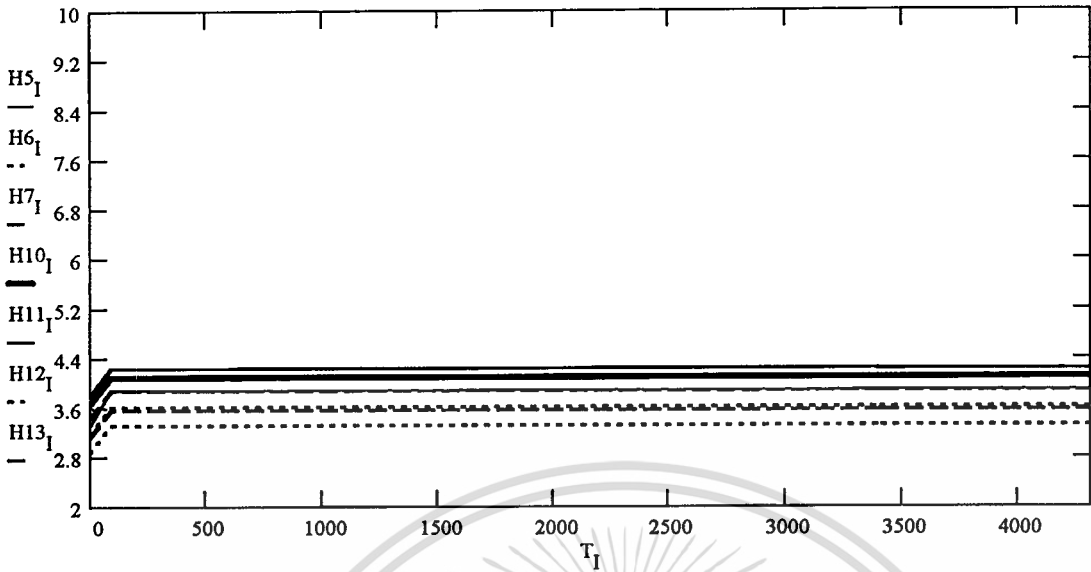
$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

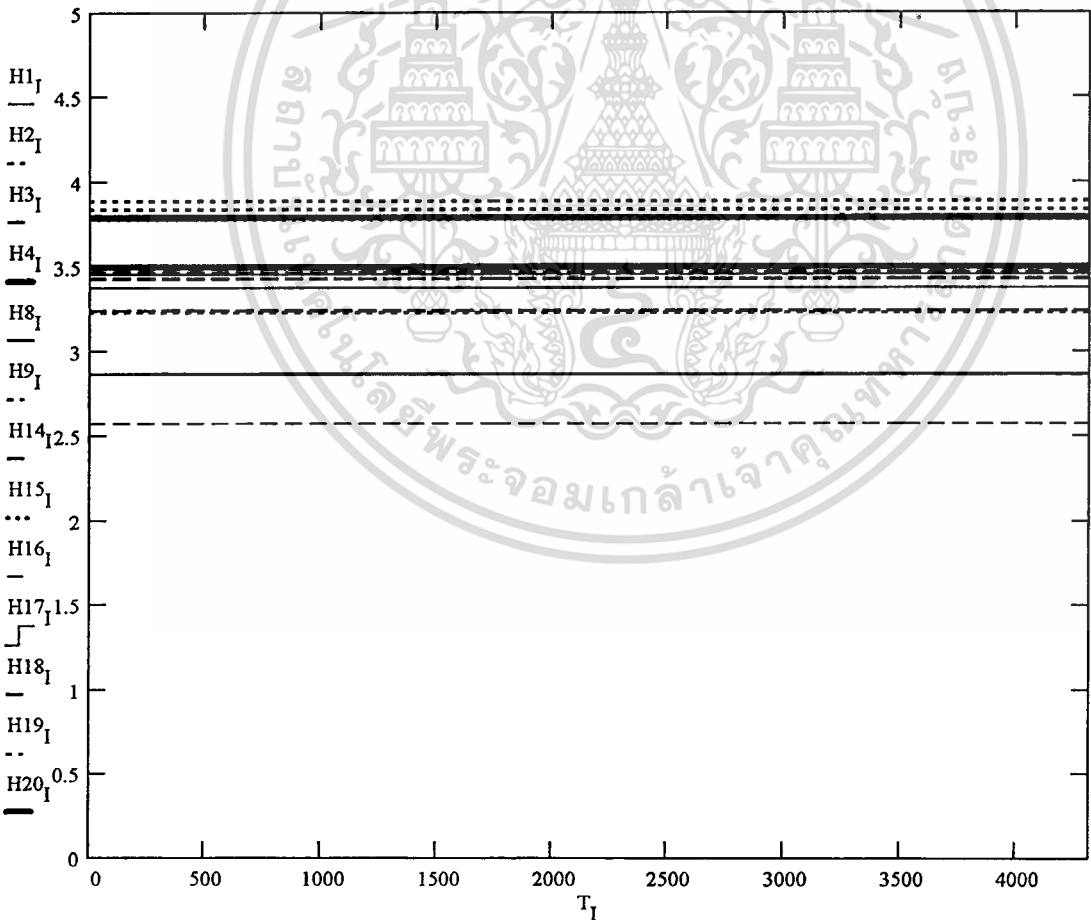
$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$





ภาพที่ ๔.49 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบชอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3



ภาพที่ ๔.50 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลาของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบชอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3

$\alpha=1.5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.577$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.437$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.435$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.433$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -0.429$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.438$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -0.433$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

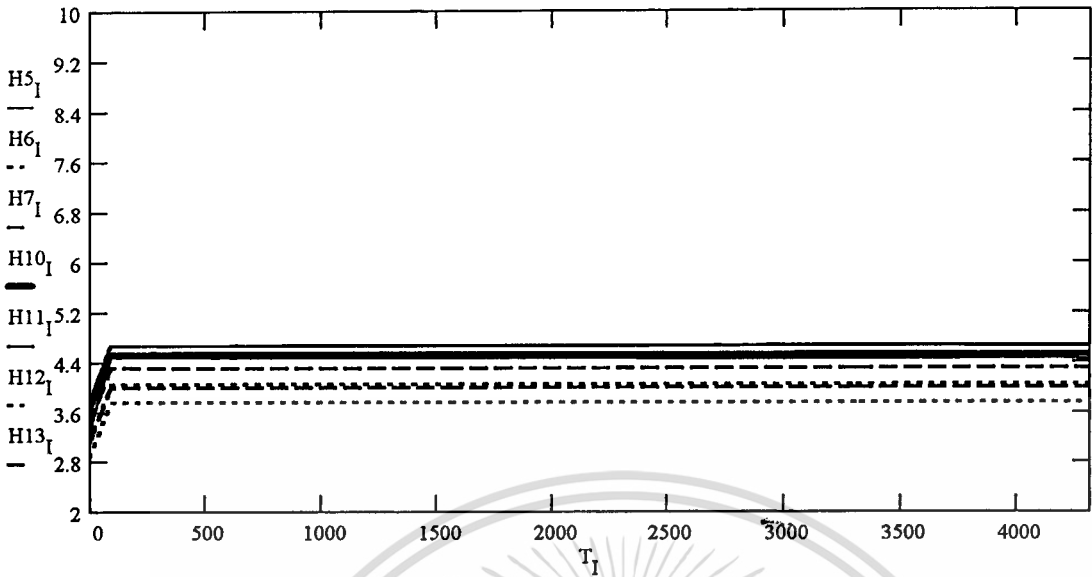
$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

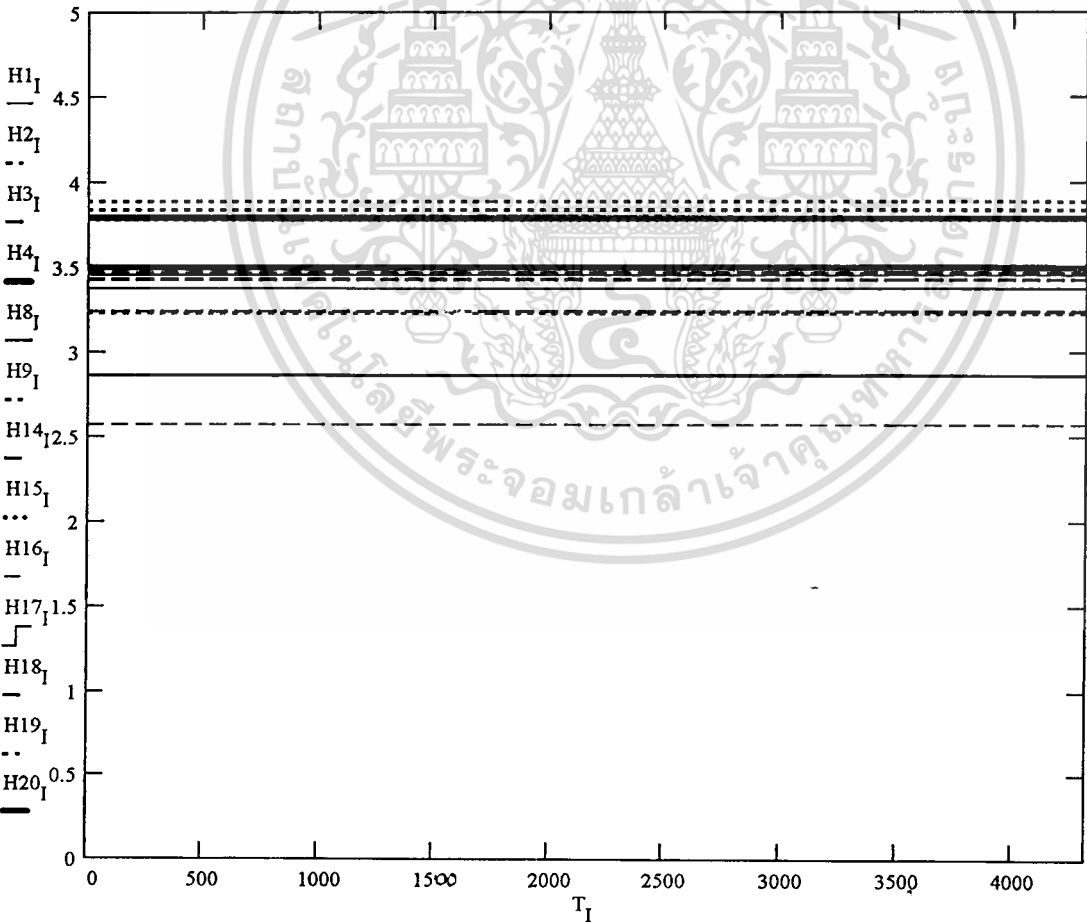


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.51 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปริมศูนย์กลาง. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเร็วหมุน 2.65\*10<sup>-4</sup> m/min. ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6



$\alpha=1.5$

ภาพที่ ข.52 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปริมปลาย. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเร็วหมุน 2.65\*10<sup>-4</sup> m/min ค่าปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -1.141$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.874$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.867$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.864$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -0.863$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.875$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -0.865$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

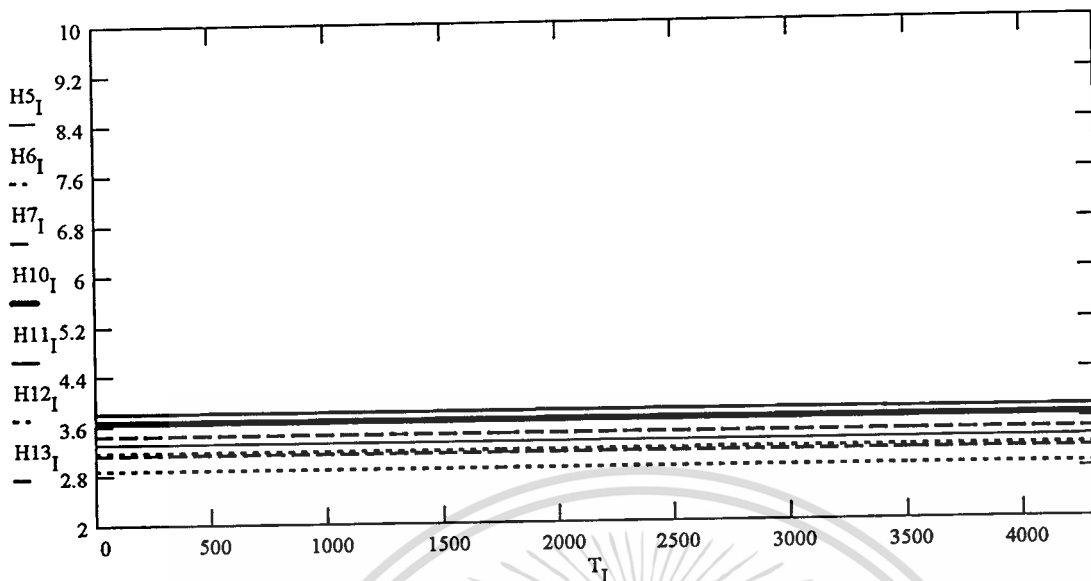
$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

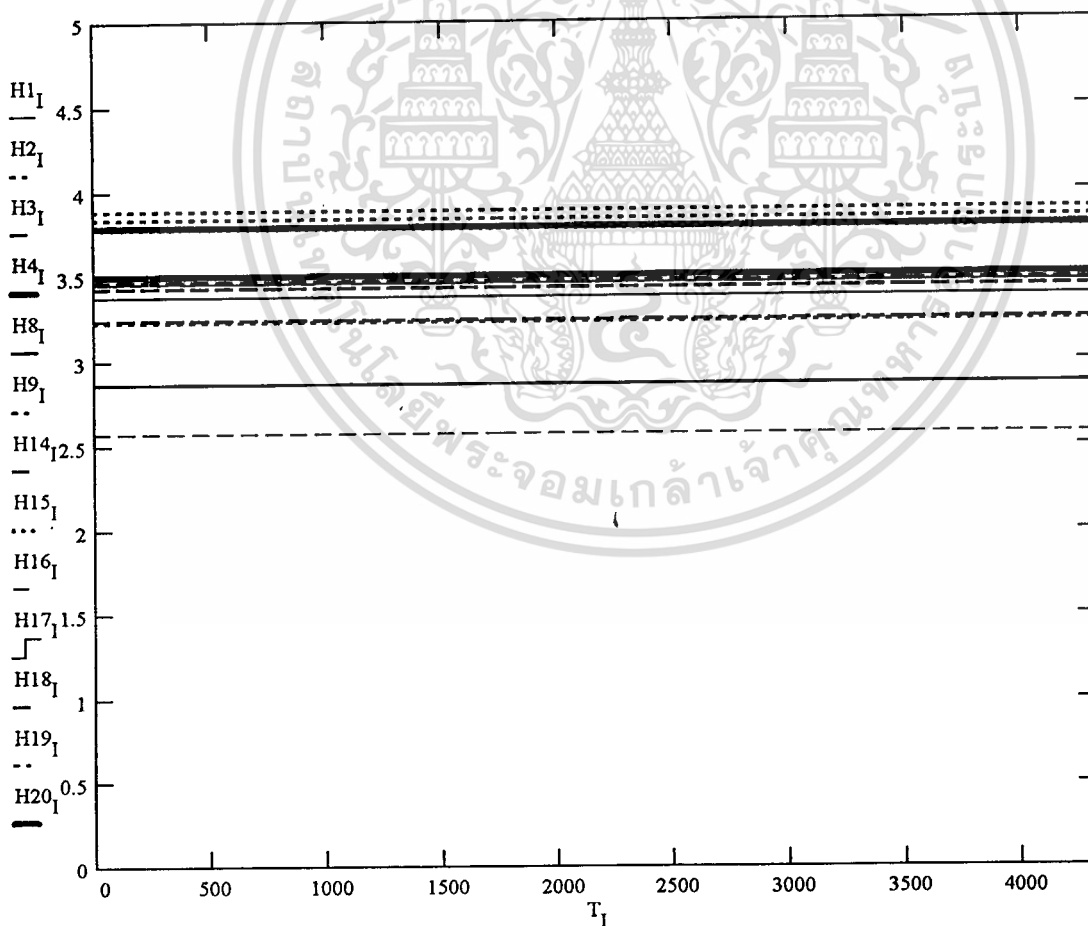
$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$





ภาพที่ ข.53 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบย้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1



$\alpha=1.5$

ภาพที่ ข.54 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบย้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.006$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.002$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.002$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.002$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.004$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.003$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -4.987 \cdot 10^{-4}$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

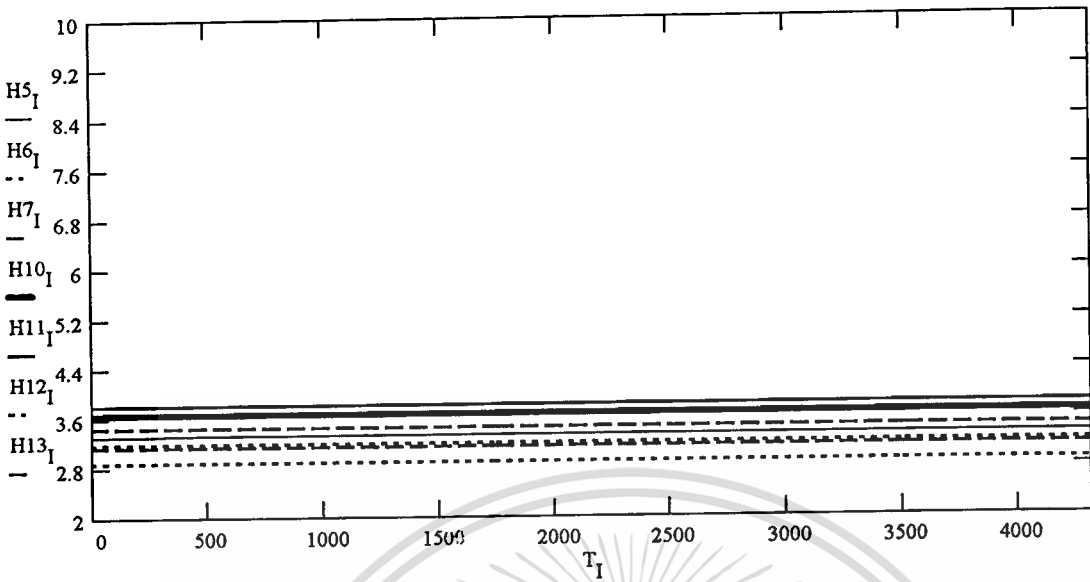
$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

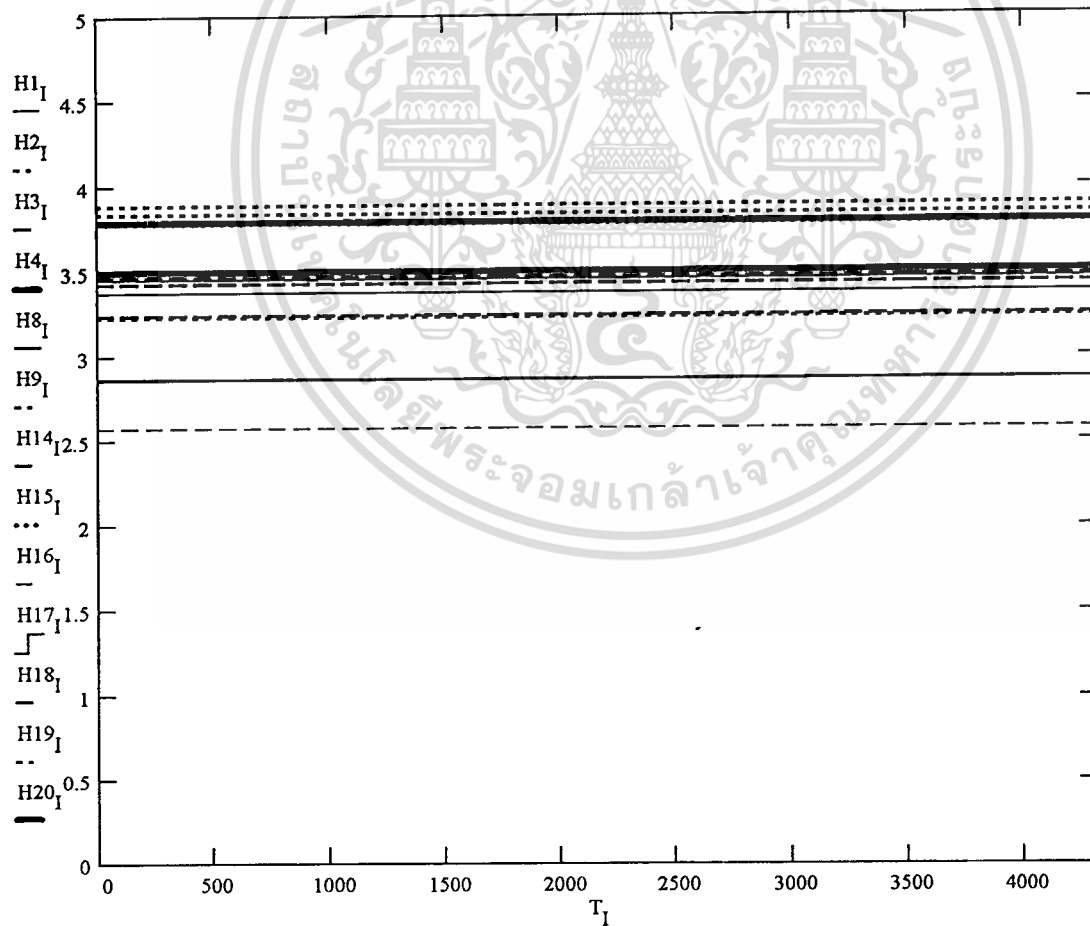
$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.55 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบซ้อนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3



ภาพที่ ข.56 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มปลาย. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบซ้อนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ปัจจัยลดทอน(reduction factor) เท่ากับ 0.3

$\alpha=1.5$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.01$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.005$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.005$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.005$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 9.215 \cdot 10^{-4}$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.006$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -0.003$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

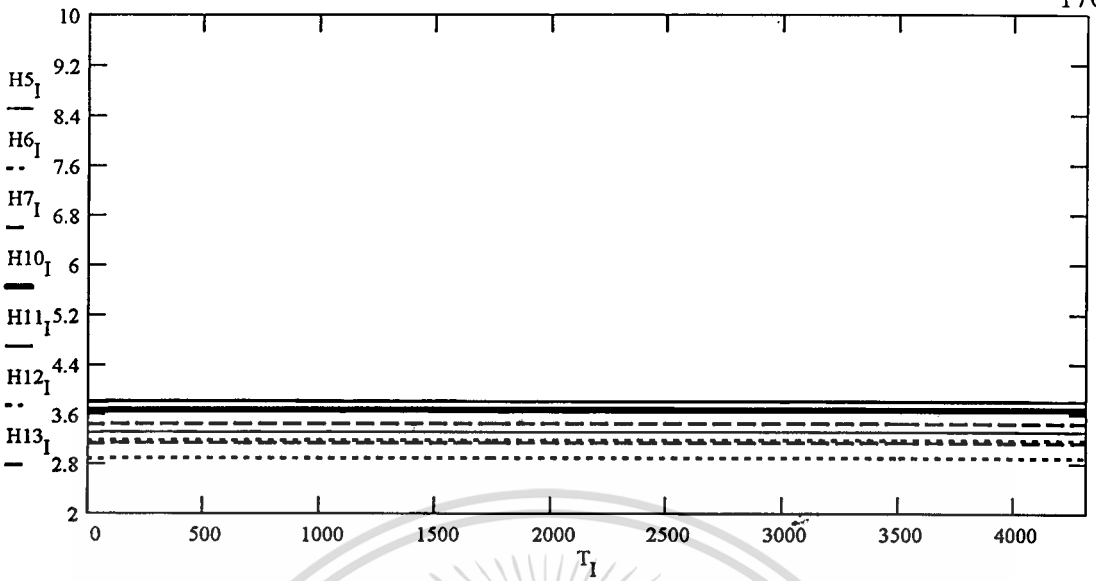
$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

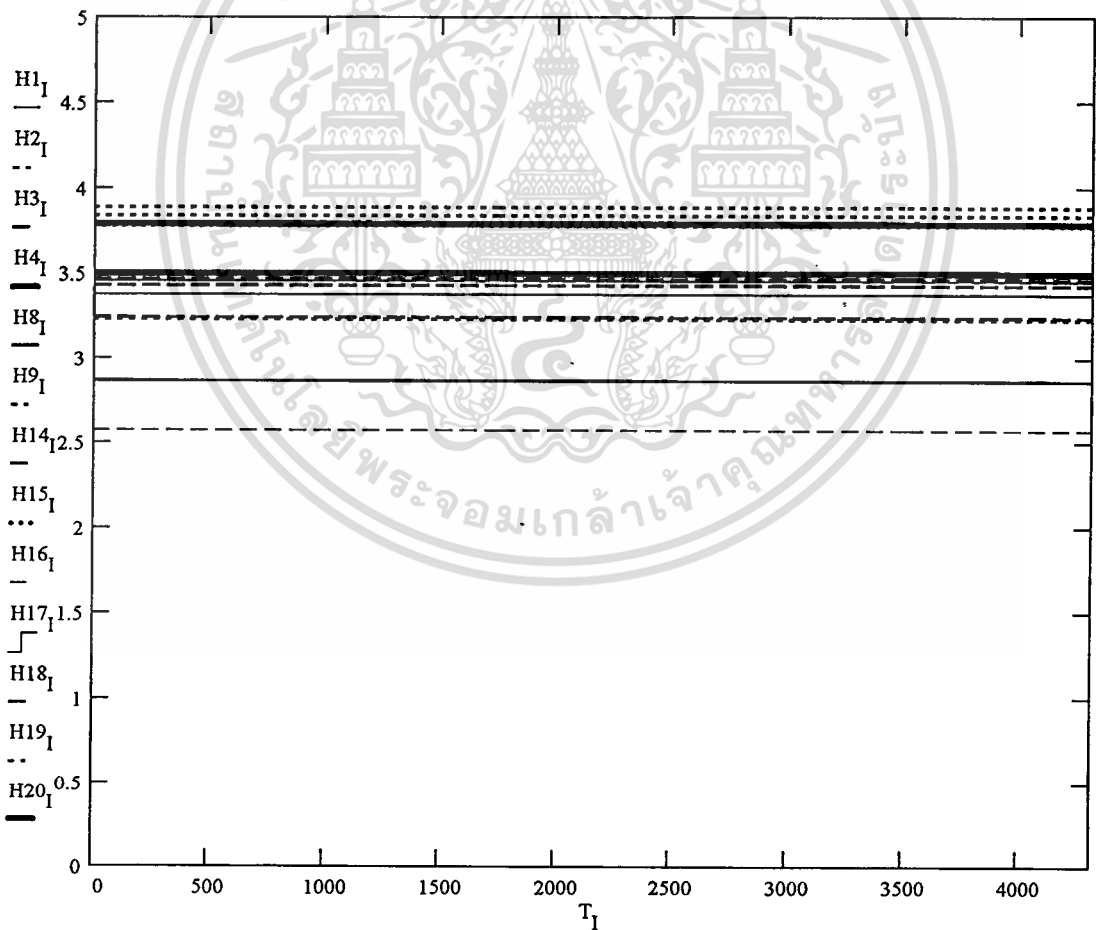


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๕.๕๗ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6



$\alpha=1.5$

ภาพที่ ๕.๕๘ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐

กรณีคาบซ้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.016$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.01$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.009$$

$$H10_1 - H10_{4320} = -0.009$$

$$H11_1 - H11_{4320} = -0.003$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.01$$

$$H13_1 - H13_{4320} = -0.008$$

## ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H9_1 - H9_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0$$

$$H16_1 - H16_{4320} = 0$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0$$

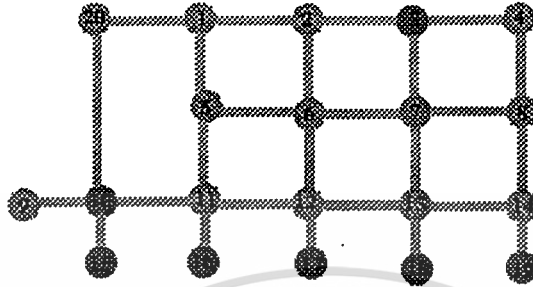
$$H18_1 - H18_{4320} = 0$$

$$H19_1 - H19_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$



แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังหรือระบบที่ III,  
 เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 คาบย่อนพินิจ 2.875 ปี  
 ติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ปมที่ 9 15 16 17 18 19



- //// Canal
- Concrete node
- No concrete node

Scheme of Ladkrabang District boundy study.

MathCad6.0+ Programme:

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังหรือระบบที่ II

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.7 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.4 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 3.5 \\ 3.3 \\ 3.3 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2.6 \\ 2.9 \\ 1.8 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 3.0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.455 \\ 3.886 \\ 3.241 \\ 3.789 \\ 3.310 \\ 3.180 \\ 3.134 \\ 2.863 \\ 3.837 \\ 3.659 \\ 3.804 \\ 2.887 \\ 3.444 \\ 3.430 \\ 3.783 \\ 2.573 \\ 3.379 \\ 3.468 \\ 3.229 \\ 3.499 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	$\omega :=$	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$	$\omega L :=$	$\begin{bmatrix} 7.922 \cdot 10^6 \\ 7.313 \cdot 10^6 \\ 2.438 \cdot 10^6 \\ 4.875 \cdot 10^6 \\ 2.072 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 2.011 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 1.219 \cdot 10^6 \\ 8.776 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 1.036 \cdot 10^6 \\ 1.036 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \end{bmatrix}$	R :=	$\begin{bmatrix} 2.099 \cdot 10^3 \\ 1.938 \cdot 10^3 \\ 645.988 \\ 1.292 \cdot 10^3 \\ 549.09 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 5.329 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 2.099 \cdot 10^3 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 322.994 \\ 232.556 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 274.545 \\ 274.545 \\ 1.776 \cdot 10^3 \end{bmatrix}$	q :=	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 0 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------------	--	---------------	--	------	---	------	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.555
3.986
3.541
4.789
3.410
3.280
3.734
4.363
4.237
4.259
Bank :=
4.404
3.587
4.244
3.630
3.983
3.073
3.679
3.768
3.529
3.499

เงื่อนไขเริ่มต้น

$i := 1, 2, \dots, 20$

$AreaOfEachNode_i := \omega_i$

$\omega_i = L_i \cdot B_i$

$TotalareaOfLad := 123859000 \text{ m}^2$

$totallength := \sum_{i=1}^{20} L_i \text{ m}$

$totallength = 1.016 \cdot 10^5 \text{ m}$

$AreaofCanal_i := \omega L_i$

$\omega L_i := \frac{123859000}{20} \cdot L_i \text{ m}^2$   
 $\sum_{i=1}^{20} L_i$

$Rainfallintensity := 2.65 \cdot 10^{-3} \text{ m/min}$

$AreaReductionFactor := 0.1$

$VolumeOfRainfallInEachNode_i := R_i$

$R_i := 2.65 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1 \cdot \omega L_i \text{ m}^3/\text{min}$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$Q(H,i) := \sum_{k=1}^4 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \cdot 2, 0 \right] \right]$

$I := 1, 2, \dots, 4320$

$t := 90 \text{ min}$

เงื่อนไขฝนตกในแต่ละปม

$qrain(t,i) := \begin{cases} R_i & \text{if } t \leq 90 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$RR(t,i) = qrain(t,i)$

เงื่อนไขการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำในแต่ละปม

$q(H,i) := \begin{cases} q_i & \text{if } H_i > Bank_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$P(H,i) := q(H,i)$

ค่าความเข้มฝนออกแบบ  $2.65 \cdot 10^{-3}, 2.65 \cdot 10^{-4}, 2.65 \cdot 10^{-6} \text{ m/min}$

ค่าปัจจัยลดทอน 0.1, 0.3, 0.6

อัตราการลำงระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00, 16.00, 33.00, 112.00, 166.00, 222.00, 548.00, 820.00, 1094.00  $\text{m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำของปมปลายที่ 1 2 3 4 8 14 20 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$T_s :=$	$\begin{bmatrix} 1 \\ 864 \\ 1728 \\ 2592 \\ 3456 \\ 4320 \end{bmatrix}$	$HM1 :=$	$\begin{bmatrix} 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \end{bmatrix}$	$HM2 :=$	$\begin{bmatrix} 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \end{bmatrix}$	$HM3 :=$	$\begin{bmatrix} 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \end{bmatrix}$
$HM4 :=$	$\begin{bmatrix} 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \end{bmatrix}$	$HM8 :=$	$\begin{bmatrix} 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \end{bmatrix}$	$HM14 :=$	$\begin{bmatrix} 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \end{bmatrix}$	$HM20 :=$	$\begin{bmatrix} 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \end{bmatrix}$

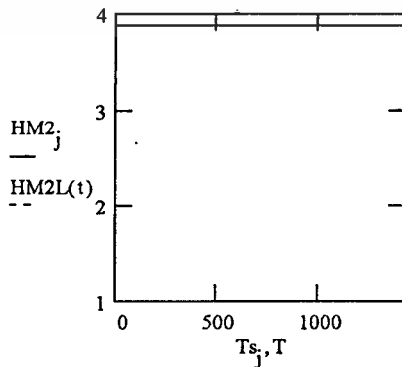
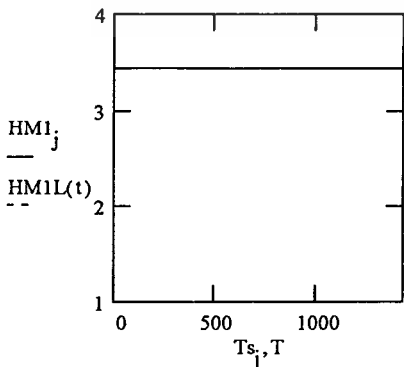
ระยะเวลาไหลผลเฉลยของแบบจำลอง 4320 นาที

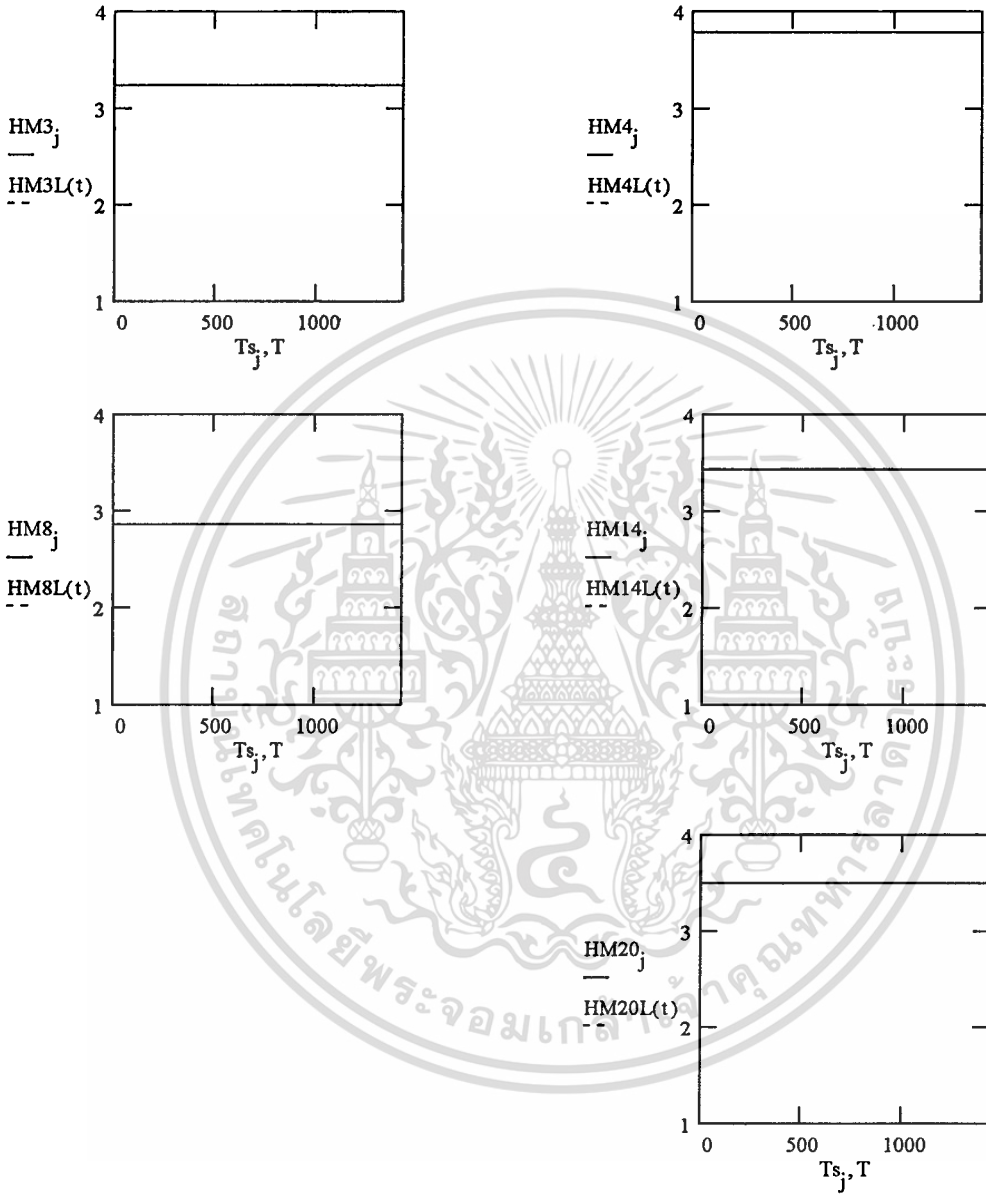
mii := 60  
 hour := 60·min  
 $T := 1, 864.. 4320$   
 $j := 1, 2.. 6$   
 $\frac{60 \cdot 4320 \cdot \text{min}}{\text{hour}} = 4.32 \cdot 10^3$

เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)ของปมปลาย

$HM1L(T) := \text{linterp}(T_s, HM1, T)$        $HM4L(T) := \text{linterp}(T_s, HM4, T)$        $HM20L(T) := \text{linterp}(T_s, HM20, T)$   
 $HM2L(T) := \text{linterp}(T_s, HM2, T)$        $HM8L(T) := \text{linterp}(T_s, HM8, T)$   
 $HM3L(T) := \text{linterp}(T_s, HM3, T)$        $HM14L(T) := \text{linterp}(T_s, HM14, T)$

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายที่ 1 2 3 4 8 14 20 ระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วกระแสในในแต่ละปม, m/min

$$\frac{Q(H, i)}{B_i \cdot H_i}$$

1.008
9.76
3.54
7.171
3.298
1.857
0.494
6.269
0.31
1.688
13.421
6.059
2.257
2.977
0.814
5.493
1.049
0.141
2.071
0.537

อัตราการจ่ายน้ำของเครื่องสูบน้ำ

$$R_{total} := \sum_{i=1}^{20} R_i$$

$$R_{total} = 3.282 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{TotalPumpingCapacity} := 548.00 \cdot 10 \cdot 6 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Ratio} := \frac{R_{total}}{\text{TotalPumpingCapacity}}$$

$$\sum_{i=1}^{20} R_i = 3.282 \cdot 10^4$$

$$\frac{3.282 \cdot 10^4}{548.00 \cdot 10 \cdot 6} = 0.998$$

$$\text{Ratio} = 0.998$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

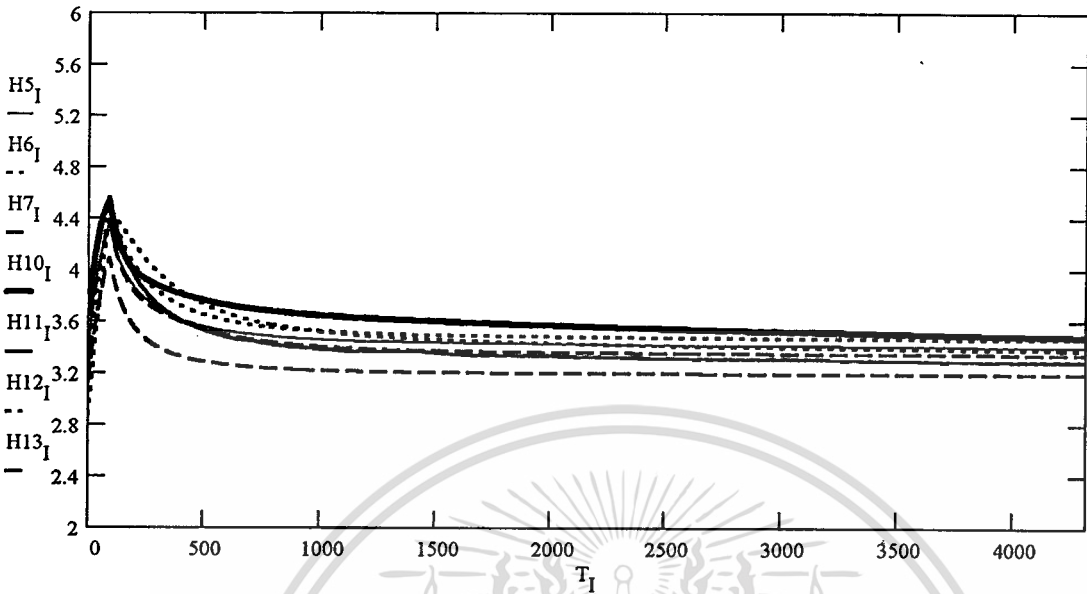
เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปเมทริกซ์

การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

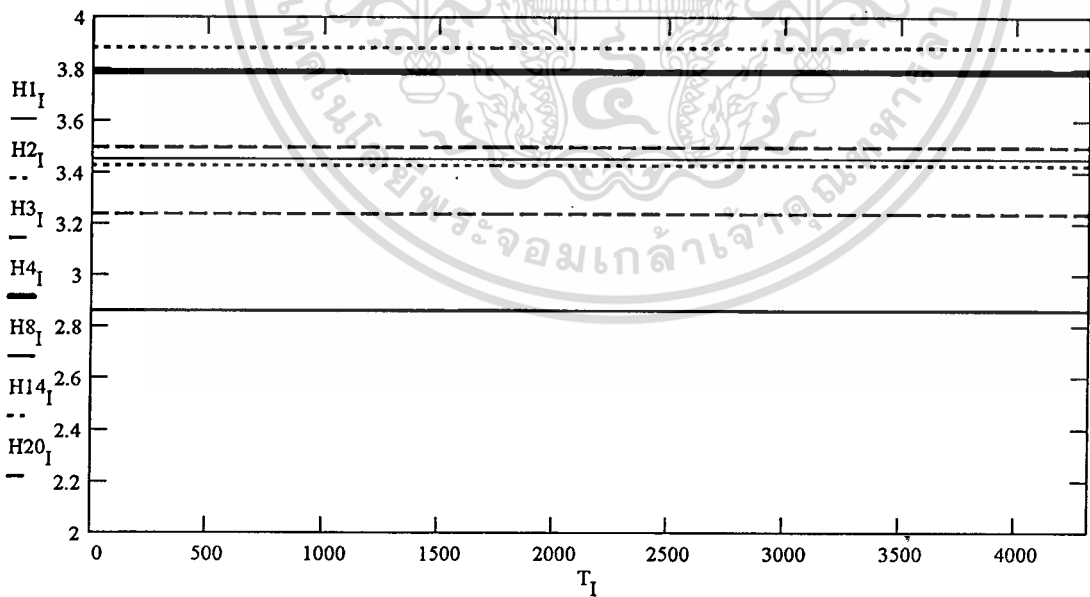
G := rkfixed(H,0,4320,4320,C)

T := G<1> H1 := G<2> H2 := G<3> H3 := G<4> H4 := G<5>  
 H5 := G<6> H6 := G<7> H7 := G<8> H8 := G<9>  
 H9 := G<10> H10 := G<11> H11 := G<12> H12 := G<13>  
 H13 := G<14> H14 := G<15> H15 := G<16> H16 := G<17>  
 H17 := G<18> H18 := G<19> H19 := G<20> H20 := G<21>

$\frac{d}{dt}HM1L(t)$
$\frac{d}{dt}HM2L(t)$
$\frac{d}{dt}HM3L(t)$
$\frac{d}{dt}HM4L(t)$
$\frac{Q(H,5)}{\omega_5} + \frac{RR(t,5)}{\omega_5}$
$\frac{Q(H,6)}{\omega_6} + \frac{RR(t,6)}{\omega_6}$
$\frac{Q(H,7)}{\omega_7} + \frac{RR(t,7)}{\omega_7}$
$\frac{d}{dt}HM8L(t)$
$\frac{Q(H,9)}{\omega_9} + \frac{RR(t,9)}{\omega_9} + \frac{-P(H,9)}{\omega_9}$
$\frac{Q(H,10)}{\omega_{10}} + \frac{RR(t,10)}{\omega_{10}}$
$\frac{Q(H,11)}{\omega_{11}} + \frac{RR(t,11)}{\omega_{11}}$
$\frac{Q(H,12)}{\omega_{12}} + \frac{RR(t,12)}{\omega_{12}}$
$\frac{Q(H,13)}{\omega_{13}} + \frac{RR(t,13)}{\omega_{13}}$
$\frac{d}{dt}HM14L(t)$
$\frac{Q(H,15)}{\omega_{15}} + \frac{RR(t,15)}{\omega_{15}} + \frac{-P(H,15)}{\omega_{15}}$
$\frac{Q(H,16)}{\omega_{16}} + \frac{RR(t,16)}{\omega_{16}} + \frac{-P(H,16)}{\omega_{16}}$
$\frac{Q(H,17)}{\omega_{17}} + \frac{RR(t,17)}{\omega_{17}} + \frac{-P(H,17)}{\omega_{17}}$
$\frac{Q(H,18)}{\omega_{18}} + \frac{RR(t,18)}{\omega_{18}} + \frac{-P(H,18)}{\omega_{18}}$
$\frac{Q(H,19)}{\omega_{19}} + \frac{RR(t,19)}{\omega_{19}} + \frac{-P(H,19)}{\omega_{19}}$
$\frac{d}{dt}HM20L(t)$

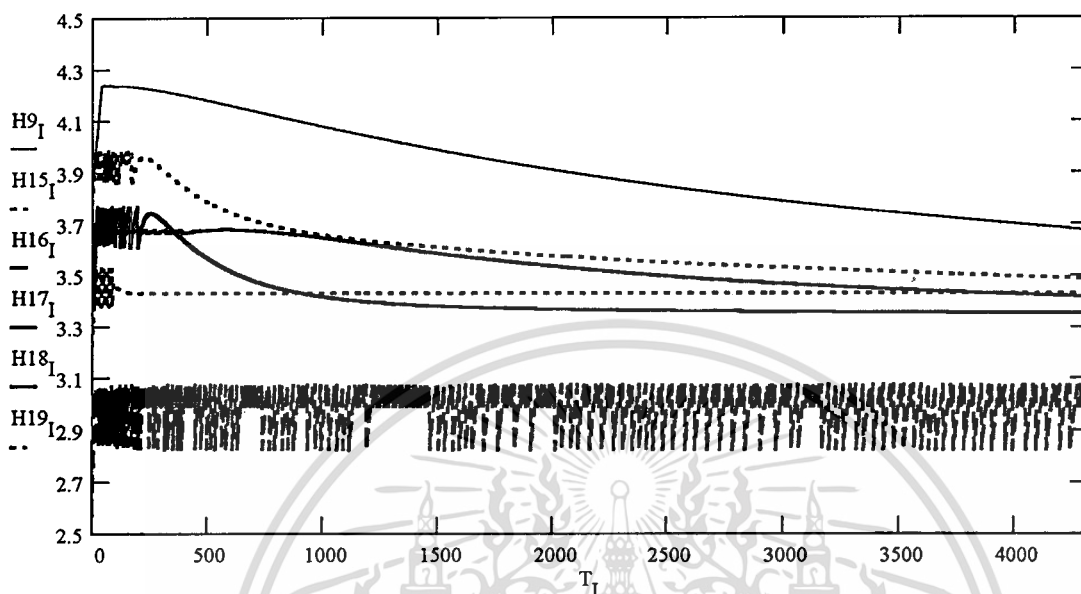


ภาพที่ ข.59 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
 อัตรากำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min



ภาพที่ ข.60 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
 อัตรากำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ข.61 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขึ้นพินิจ 2.875 ปี ความเร็วฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1

อัตรากำลังระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $548.00 \text{ m}^3/\text{m}$

ผลต่างของระดับน้ำปมศูนย์กลาง

ผลต่างของระดับน้ำปมปลาย

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.101$$

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.289$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.065$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.173$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.508$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.499$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.093$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.161$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.296$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.393$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.039$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.117$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.411$$

$$H6_{4320} = 3.469$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.676$$

$$H10_{4320} = 3.486$$

$$H11_{4320} = 3.296$$

$$H12_{4320} = 3.386$$

$$H13_{4320} = 3.351$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.487$$

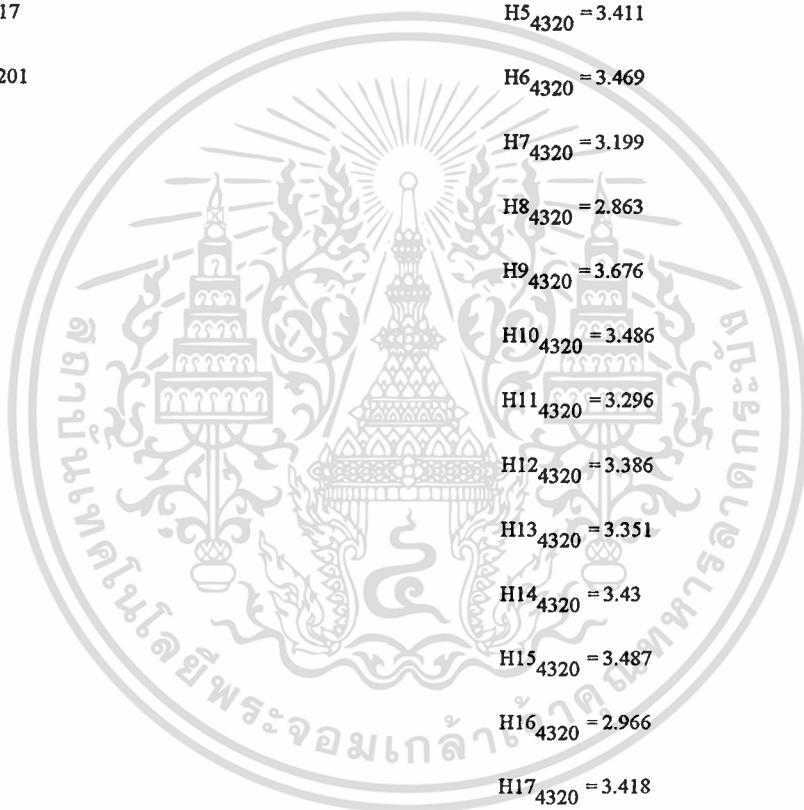
$$H16_{4320} = 2.966$$

$$H17_{4320} = 3.418$$

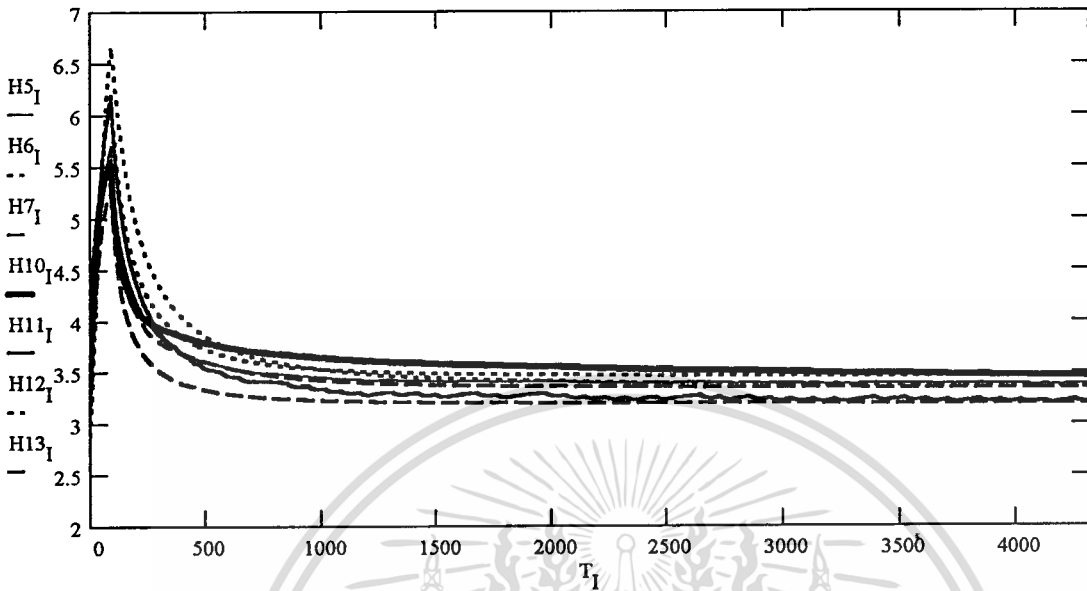
$$H18_{4320} = 3.351$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

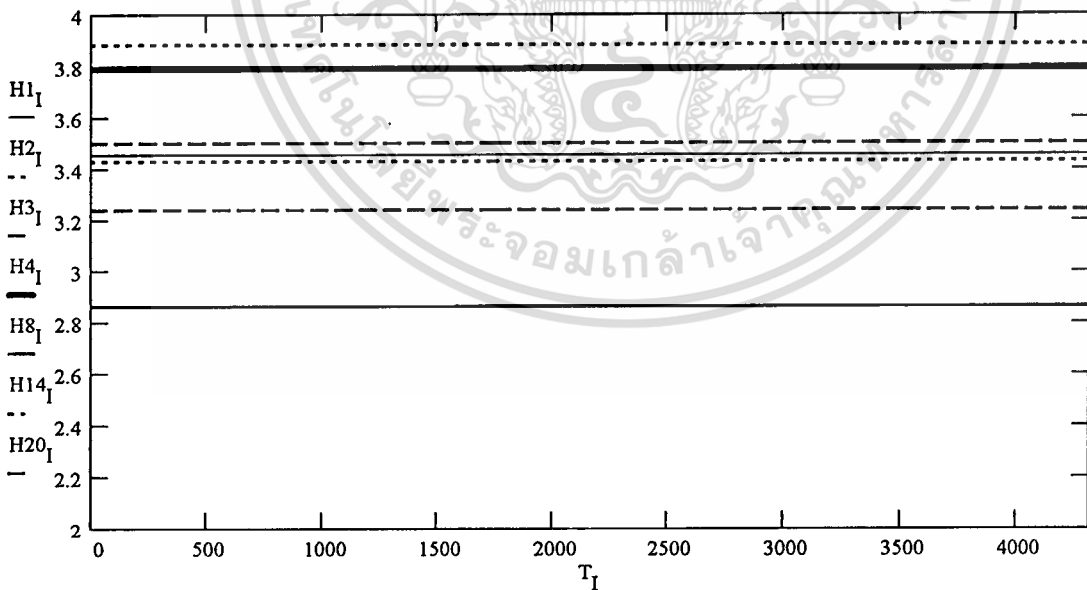
$$H20_{4320} = 3.499$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

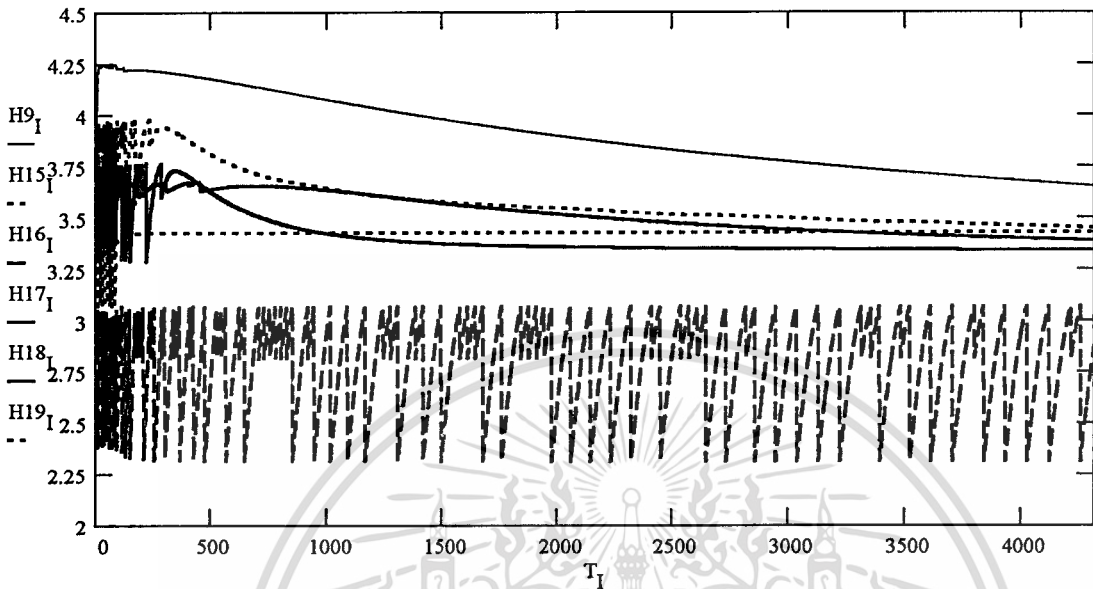


ภาพที่ ข.62 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3,  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $820.00 \text{ m}^3/\text{min}$



ภาพที่ ข.63 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540,  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3,  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $820.00 \text{ m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.64 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.3,  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $820.00$  m<sup>3</sup>/min

**ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง**

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.068$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.271$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.06$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.206$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.595$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.466$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.102$

**ผลต่างระดับน้ำปมปลาย**

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.181$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.329$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.294$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.011$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.125$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำนาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.378$$

$$H6_{4320} = 3.451$$

$$H7_{4320} = 3.194$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.656$$

$$H10_{4320} = 3.453$$

$$H11_{4320} = 3.209$$

$$H12_{4320} = 3.353$$

$$H13_{4320} = 3.342$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.454$$

$$H16_{4320} = 2.867$$

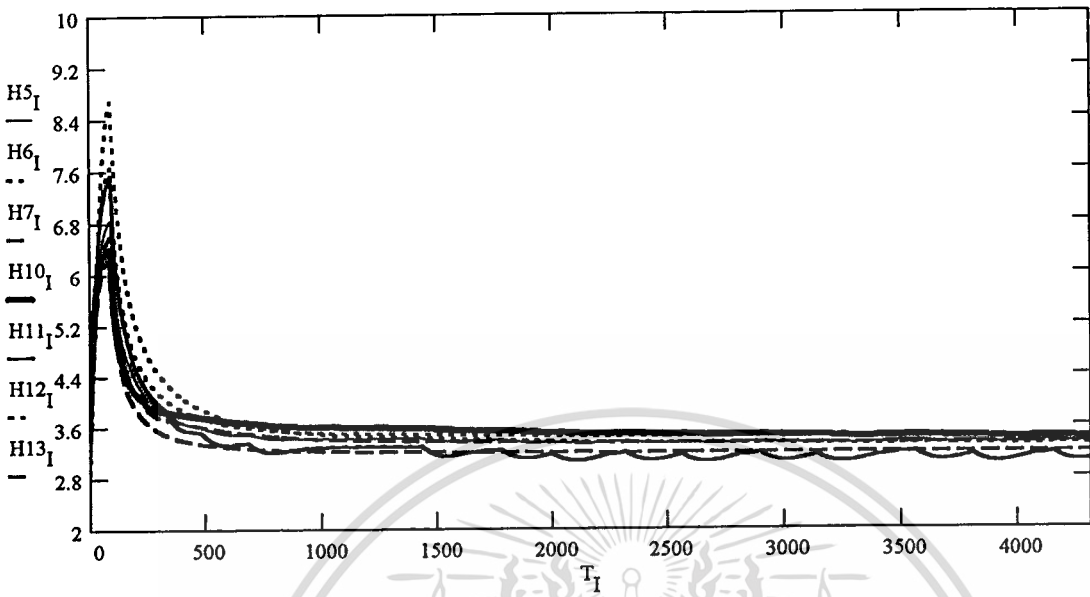
$$H17_{4320} = 3.39$$

$$H18_{4320} = 3.343$$

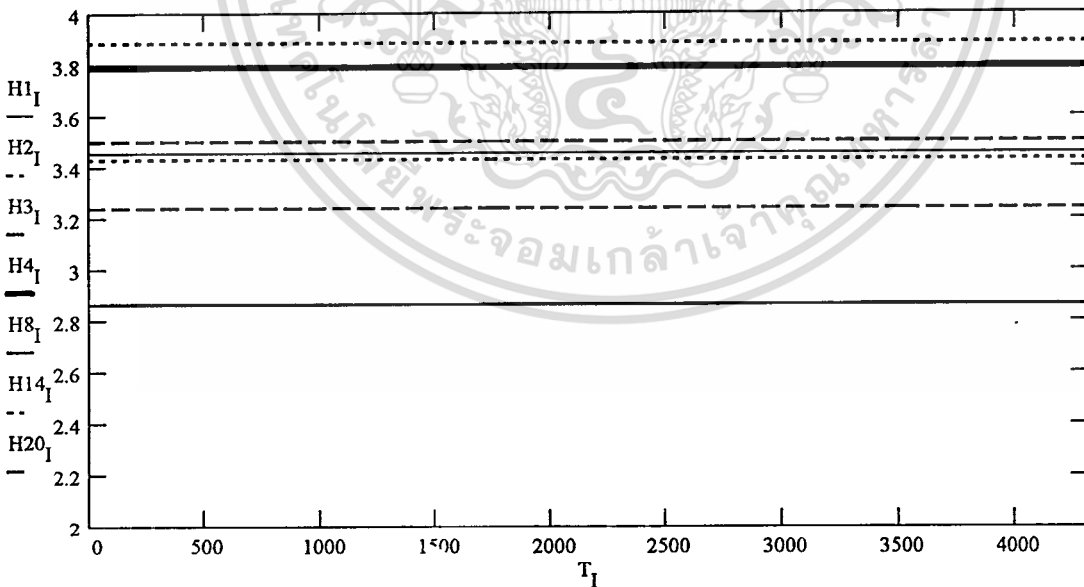
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

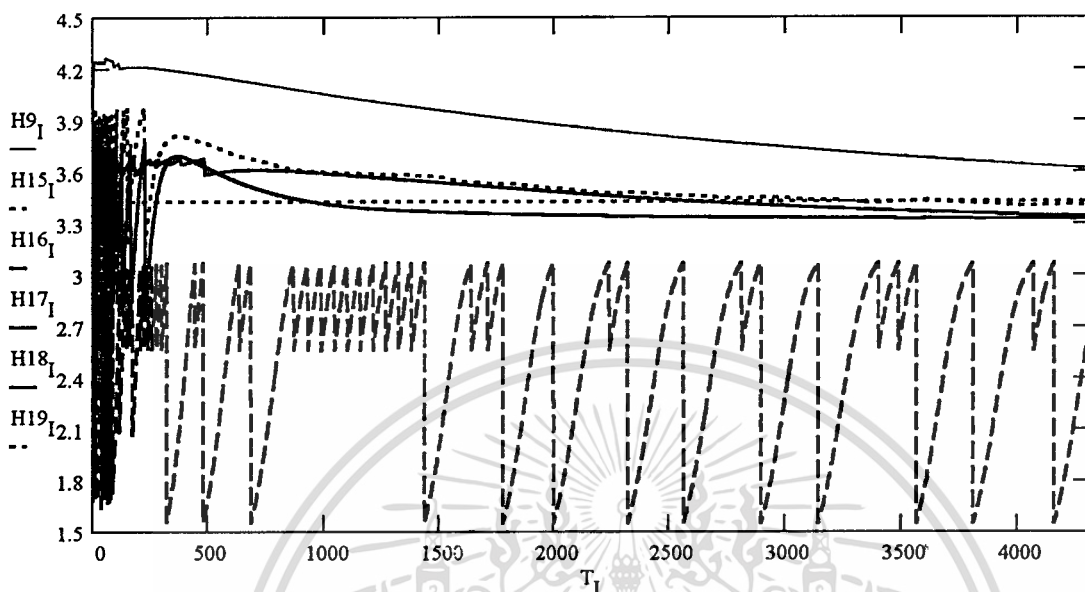


ภาพที่ ข.65 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มศูนย์กลาง, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min



ภาพที่ ข.66 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มปลาย, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 1094.00 m<sup>3</sup>/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.67 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540.

กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี. ความเร็วผัน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

อัตราการกำลัการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $1094.00$  m<sup>3</sup>/min

ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

ผลต่างระดับน้ำปมปลาย

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.01$$

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.245$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.054$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.261$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.743$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.415$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.115$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.217$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.379$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.13$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0.035$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.139$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.32$$

$$H6_{4320} = 3.425$$

$$H7_{4320} = 3.188$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.62$$

$$H10_{4320} = 3.398$$

$$H11_{4320} = 3.061$$

$$H12_{4320} = 3.302$$

$$H13_{4320} = 3.329$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.404$$

$$H16_{4320} = 2.703$$

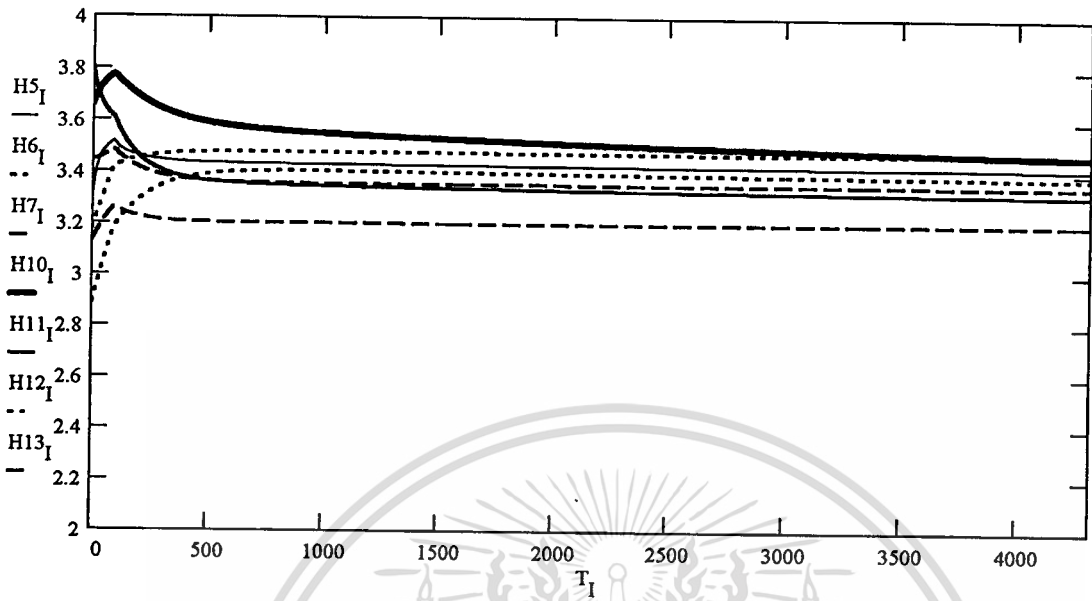
$$H17_{4320} = 3.344$$

$$H18_{4320} = 3.329$$

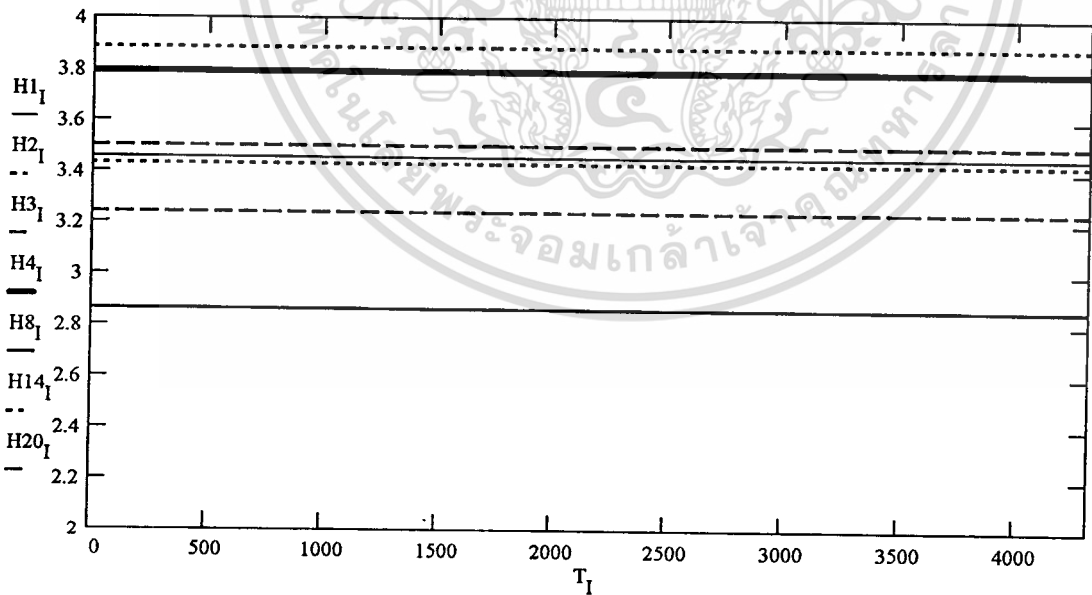
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

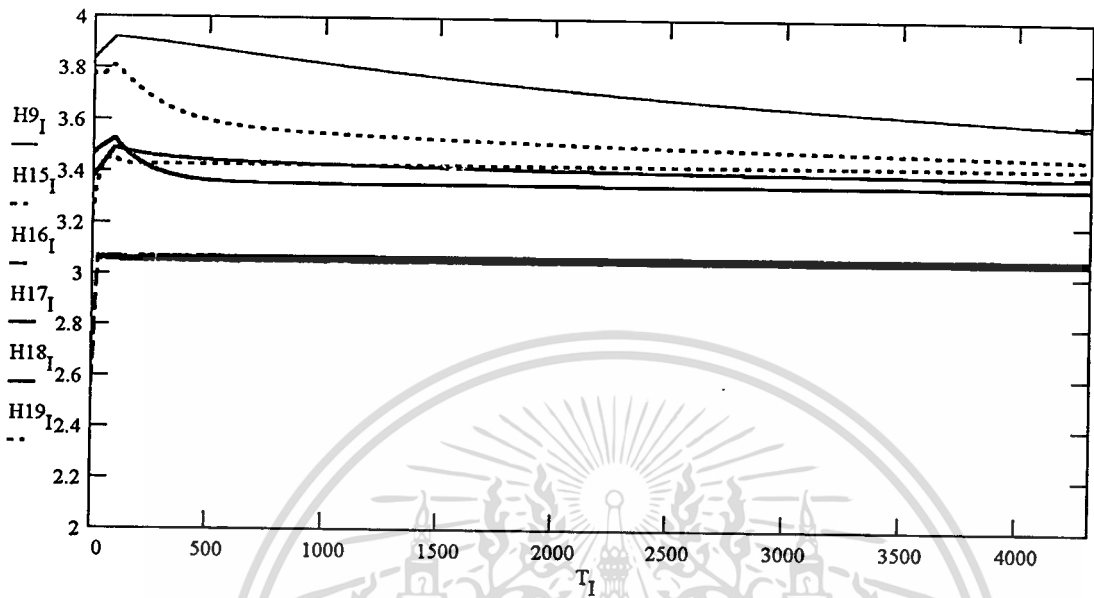


ภาพที่ ข.88 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มศูนย์กลาง. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1.  
 อัตราค่าตั้งการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min



ภาพที่ ข.89 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปั๊มปลาย. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1.  
 อัตราค่าตั้งการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.70 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอน เท่ากับ 0.1  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$

ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$H5_1 - H5_{4320} = -0.108$

$H6_1 - H6_{4320} = -0.29$

$H7_1 - H7_{4320} = -0.065$

$H10_1 - H10_{4320} = 0.192$

$H11_1 - H11_{4320} = 0.487$

$H12_1 - H12_{4320} = -0.498$

$H13_1 - H13_{4320} = 0.094$

ผลต่างระดับน้ำปมปลาย

$H1_1 - H1_{4320} = 0$

$H2_1 - H2_{4320} = 0$

$H3_1 - H3_{4320} = 0$

$H4_1 - H4_{4320} = 0$

$H8_1 - H8_{4320} = 0$

$H14_1 - H14_{4320} = 0$

$H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.247$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.316$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.486$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.013$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.117$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่น้ำที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.418$$

$$H6_{4320} = 3.47$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.59$$

$$H10_{4320} = 3.467$$

$$H11_{4320} = 3.317$$

$$H12_{4320} = 3.385$$

$$H13_{4320} = 3.35$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.467$$

$$H16_{4320} = 3.059$$

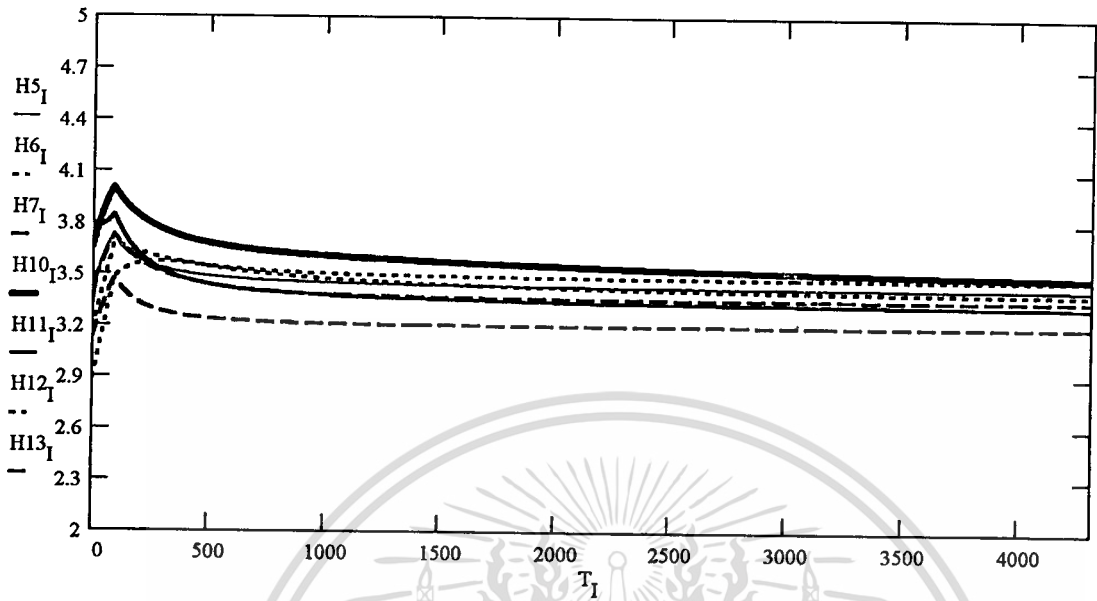
$$H17_{4320} = 3.392$$

$$H18_{4320} = 3.351$$

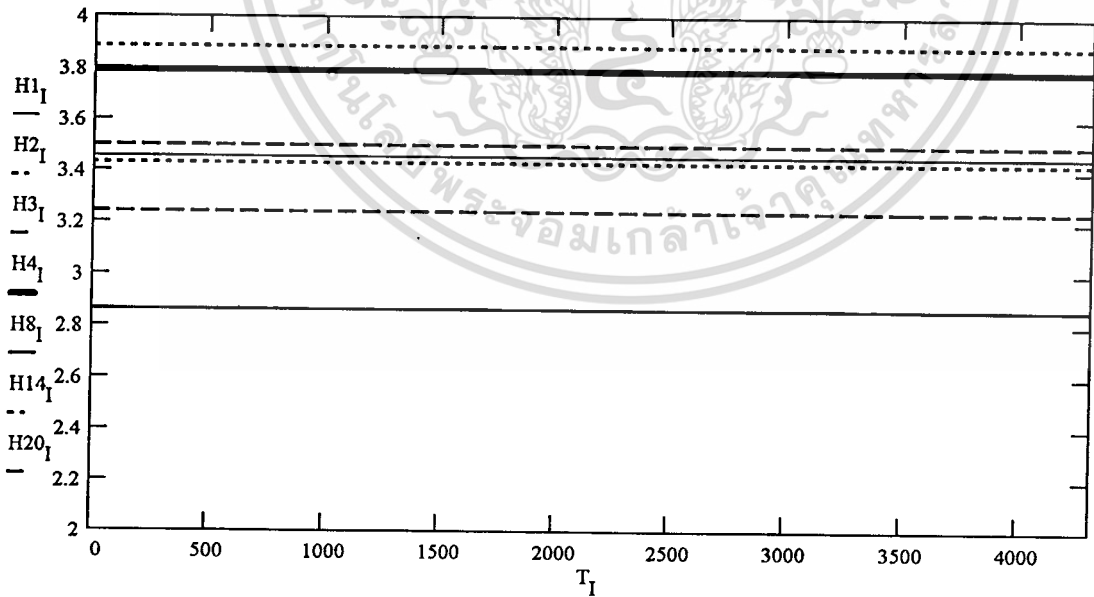
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

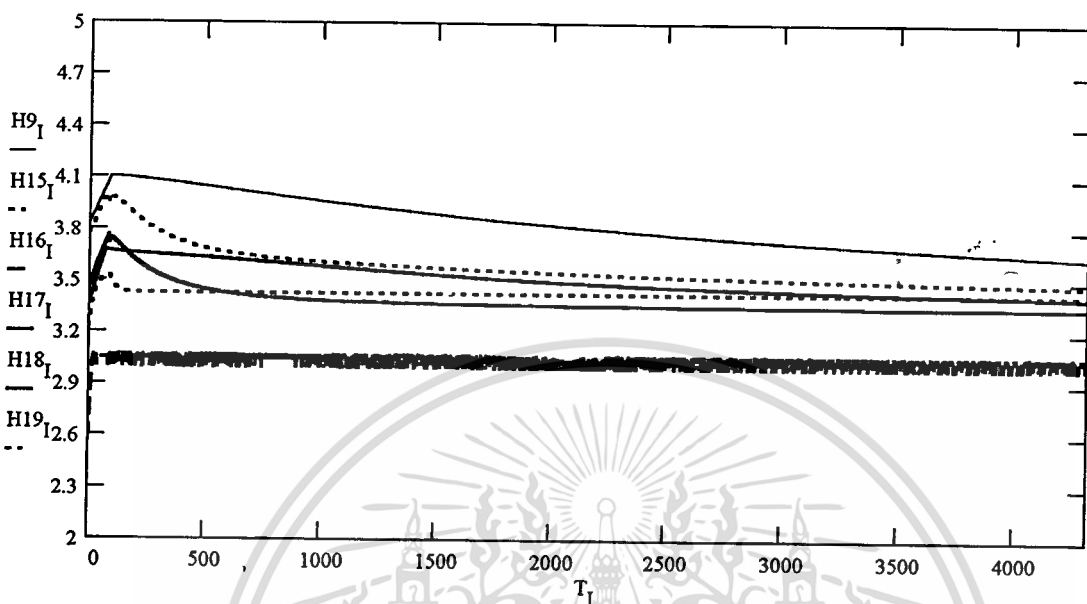


ภาพที่ ๗.๗๑ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3,  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$



ภาพที่ ๗.๗๒ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540,  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3,  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ข.78 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3

อัตราการดึงการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$

ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.109$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.292$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.066$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.176$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.487$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.505$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.091$$

ผลต่างระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.194$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.299$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.464$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.036$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.115$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.419$$

$$H6_{4320} = 3.472$$

$$H7_{4320} = 3.2$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.643$$

$$H10_{4320} = 3.483$$

$$H11_{4320} = 3.317$$

$$H12_{4320} = 3.392$$

$$H13_{4320} = 3.353$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.484$$

$$H16_{4320} = 3.037$$

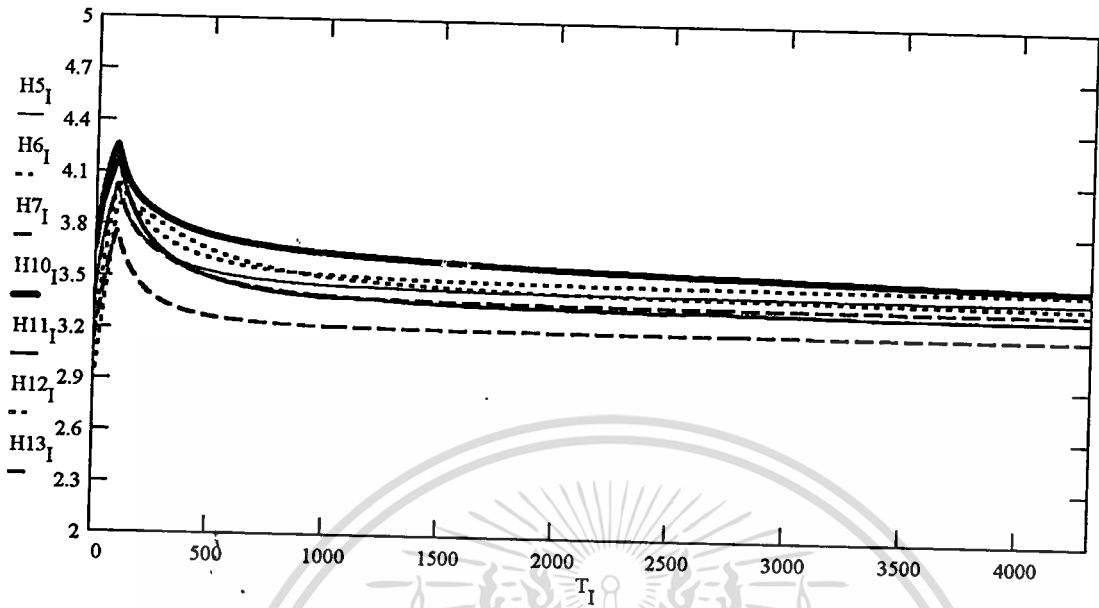
$$H17_{4320} = 3.415$$

$$H18_{4320} = 3.353$$

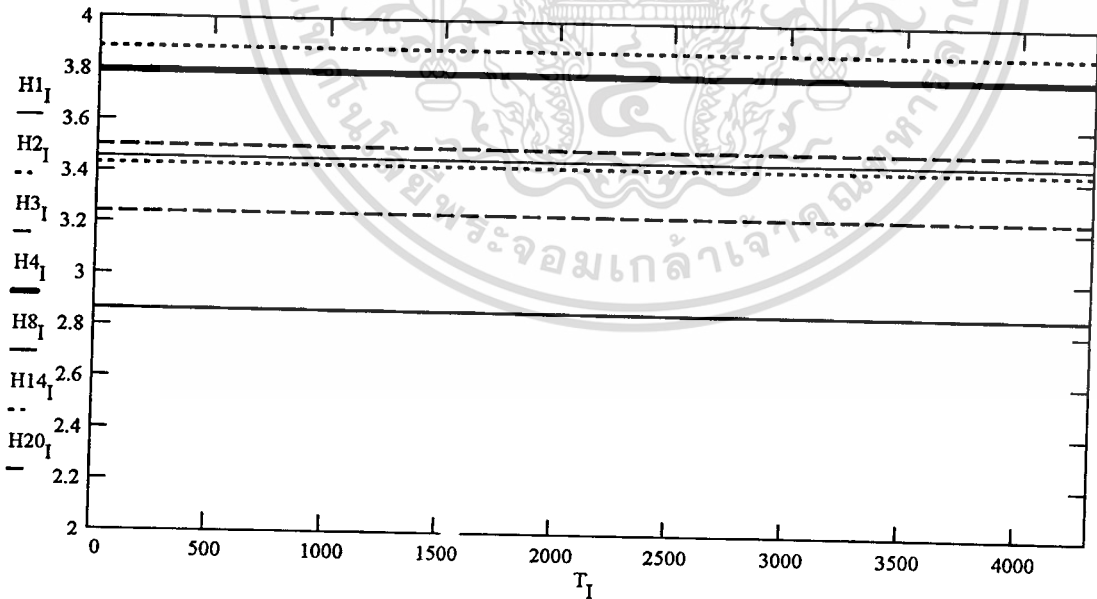
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

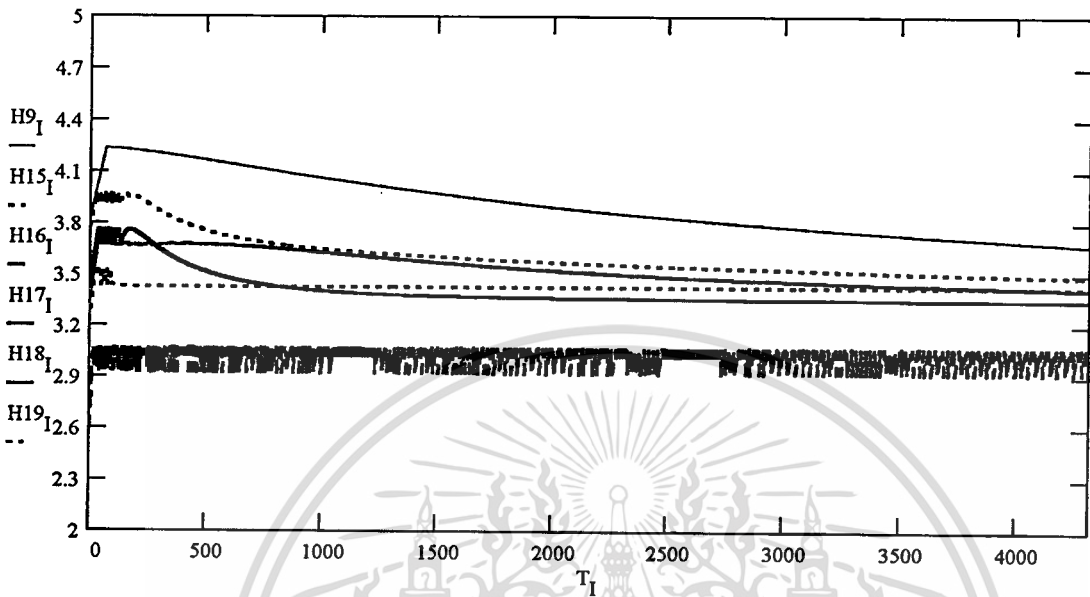


ภาพที่ ข.74 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปลมศูนย์กลาง. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6.  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$



ภาพที่ ข.75 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปลมปลาย. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6,  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ข.78 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ. เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.  
 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$

#### ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

$$\begin{aligned} H5_1 - H5_{4320} &= -0.107 \\ H6_1 - H6_{4320} &= -0.292 \\ H7_1 - H7_{4320} &= -0.066 \\ H10_1 - H10_{4320} &= 0.168 \\ H11_1 - H11_{4320} &= 0.493 \\ H12_1 - H12_{4320} &= -0.504 \\ H13_1 - H13_{4320} &= 0.092 \end{aligned}$$

#### ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

$$\begin{aligned} H1_1 - H1_{4320} &= 0 \\ H2_1 - H2_{4320} &= 0 \\ H3_1 - H3_{4320} &= 0 \\ H4_1 - H4_{4320} &= 0 \\ H8_1 - H8_{4320} &= 0 \\ H14_1 - H14_{4320} &= 0 \\ H20_1 - H20_{4320} &= 0 \end{aligned}$$

## ผลต่างระดับน้ำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.161$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.291$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.359$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.041$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.115$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.417$$

$$H6_{4320} = 3.472$$

$$H7_{4320} = 3.2$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.676$$

$$H10_{4320} = 3.491$$

$$H11_{4320} = 3.311$$

$$H12_{4320} = 3.391$$

$$H13_{4320} = 3.352$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.492$$

$$H16_{4320} = 2.932$$

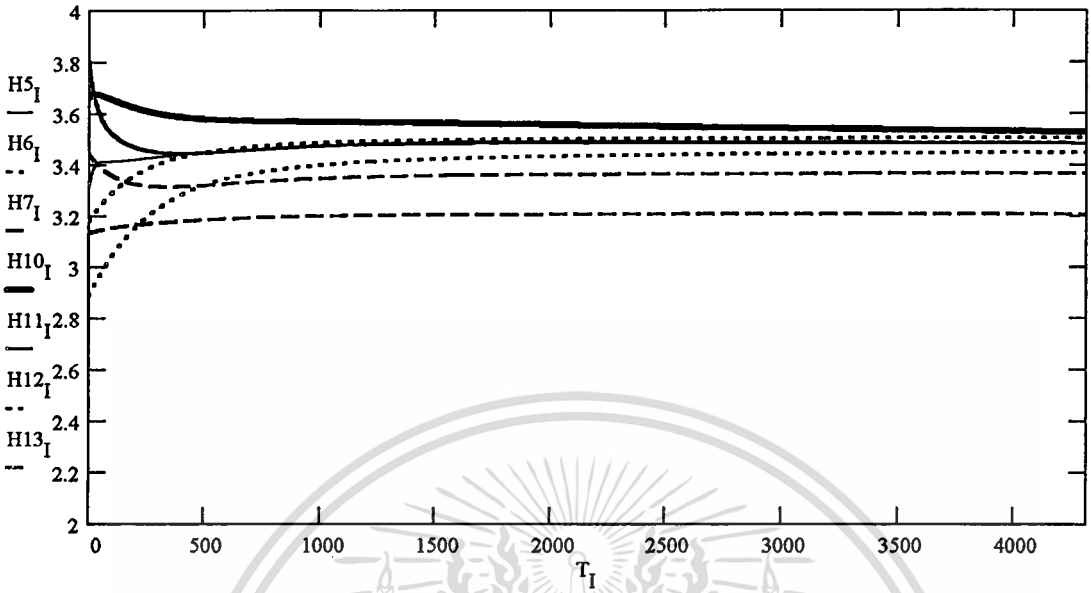
$$H17_{4320} = 3.42$$

$$H18_{4320} = 3.353$$

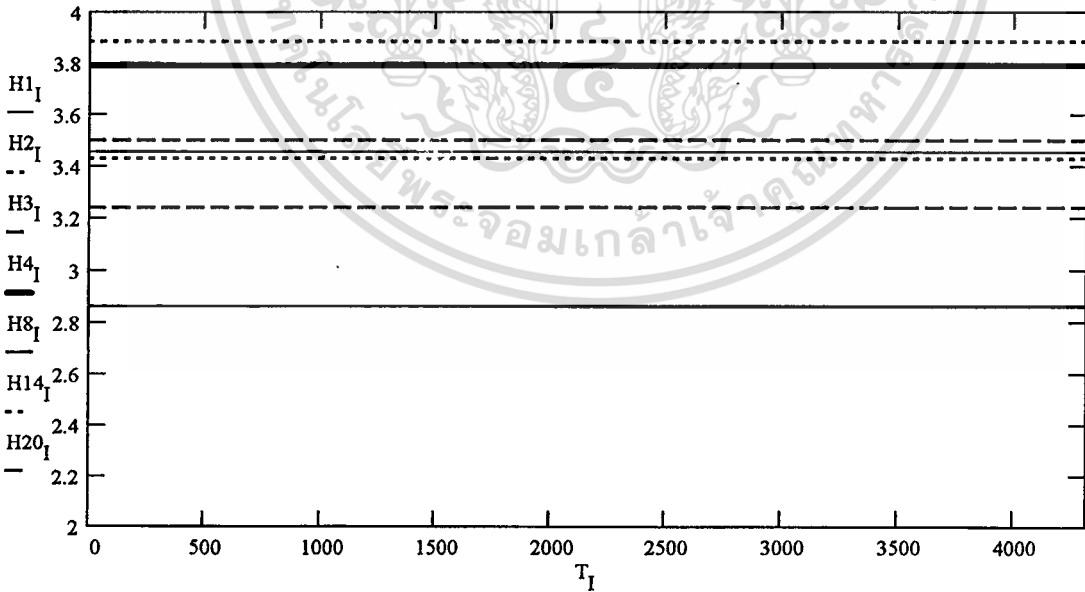
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

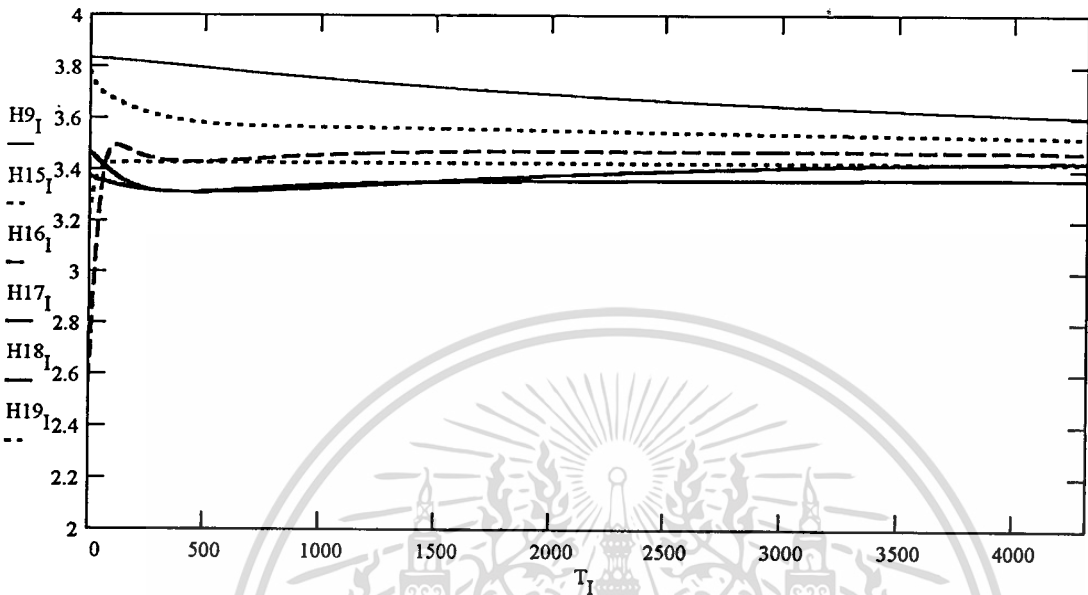


ภาพที่ ๗.77 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1,  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$



ภาพที่ ๗.78 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540,  
กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



α=9595

ภาพที่ ๗.79 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$

ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

$$\begin{aligned} H5_1 - H5_{4320} &= -0.173 \\ H6_1 - H6_{4320} &= -0.324 \\ H7_1 - H7_{4320} &= -0.074 \\ H10_1 - H10_{4320} &= 0.132 \\ H11_1 - H11_{4320} &= 0.32 \\ H12_1 - H12_{4320} &= -0.561 \\ H13_1 - H13_{4320} &= 0.077 \end{aligned}$$

ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

$$\begin{aligned} H1_1 - H1_{4320} &= 0 \\ H2_1 - H2_{4320} &= 0 \\ H3_1 - H3_{4320} &= 0 \\ H4_1 - H4_{4320} &= 0 \\ H8_1 - H8_{4320} &= 0 \\ H14_1 - H14_{4320} &= 0 \\ H20_1 - H20_{4320} &= 0 \end{aligned}$$

## ผลต่างระดับนำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.231$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.256$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.898$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.056$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.101$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับนำที่มากที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.483$$

$$H6_{4320} = 3.504$$

$$H7_{4320} = 3.208$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.606$$

$$H10_{4320} = 3.527$$

$$H11_{4320} = 3.484$$

$$H12_{4320} = 3.448$$

$$H13_{4320} = 3.367$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.527$$

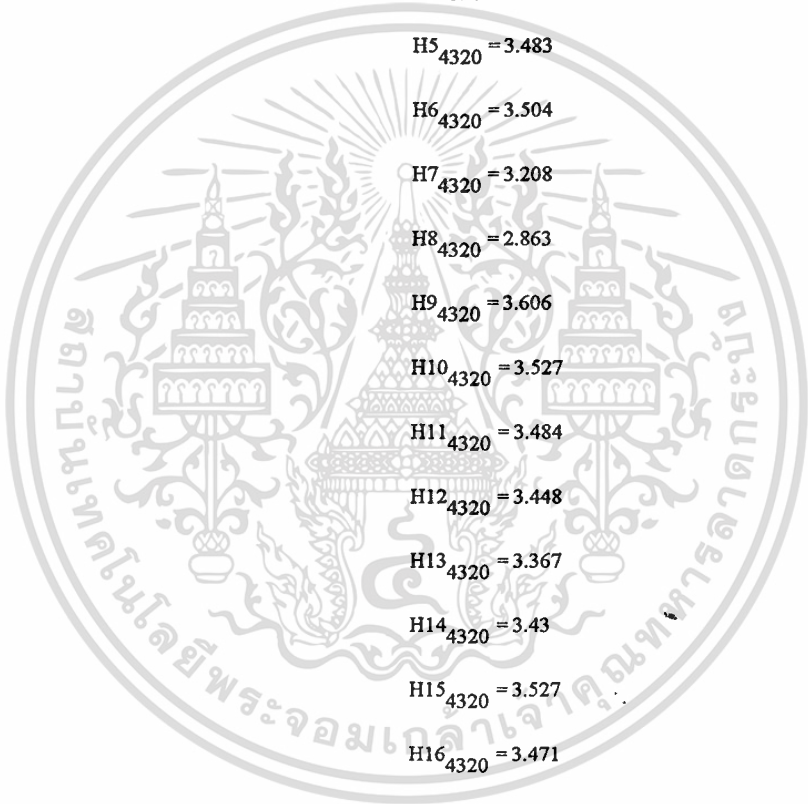
$$H16_{4320} = 3.471$$

$$H17_{4320} = 3.435$$

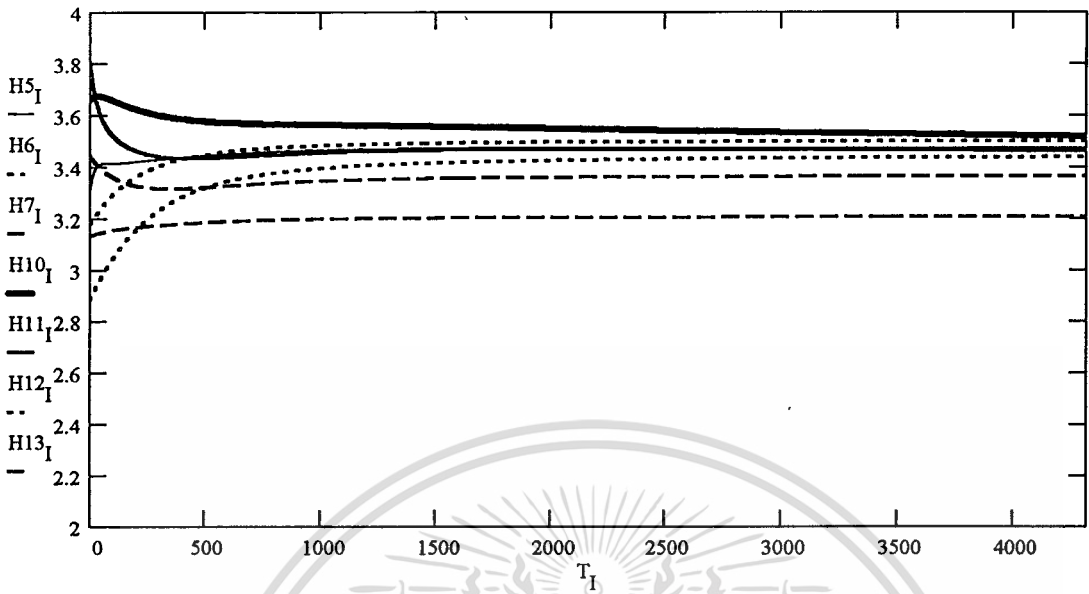
$$H18_{4320} = 3.367$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



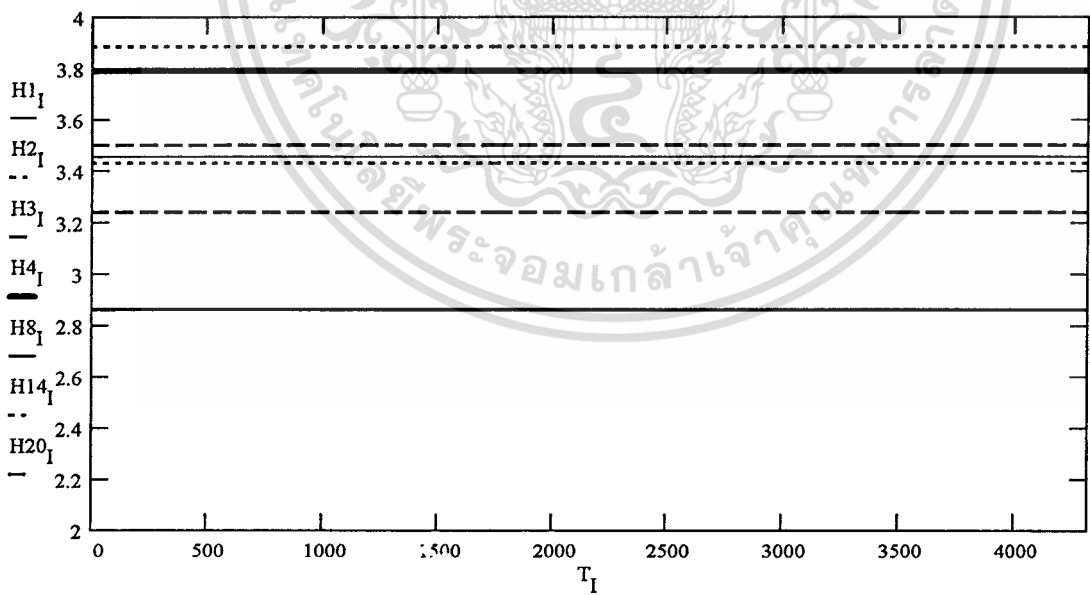
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๙.80 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3,

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$

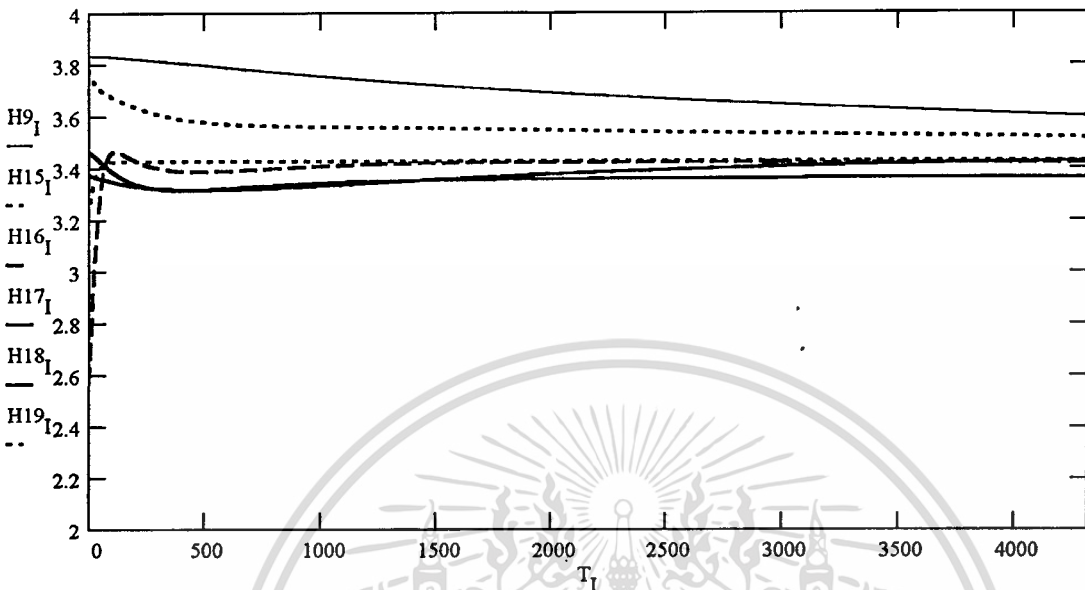


ภาพที่ ๙.81 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min, ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3,

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ๙.82 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบข้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3.

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$

**ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง**

$H5_1 - H5_{4320} = -0.164$

$H6_1 - H6_{4320} = -0.32$

$H7_1 - H7_{4320} = -0.073$

$H10_1 - H10_{4320} = 0.141$

$H11_1 - H11_{4320} = 0.342$

$H12_1 - H12_{4320} = -0.552$

$H13_1 - H13_{4320} = 0.079$

**ผลต่างระดับน้ำปมปลาย**

$H1_1 - H1_{4320} = 0$

$H2_1 - H2_{4320} = 0$

$H3_1 - H3_{4320} = 0$

$H4_1 - H4_{4320} = 0$

$H8_1 - H8_{4320} = 0$

$H14_1 - H14_{4320} = 0$

$H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.236$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.264$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.846$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.049$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.103$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.474$$

$$H6_{4320} = 3.5$$

$$H7_{4320} = 3.207$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.601$$

$$H10_{4320} = 3.518$$

$$H11_{4320} = 3.462$$

$$H12_{4320} = 3.439$$

$$H13_{4320} = 3.365$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.519$$

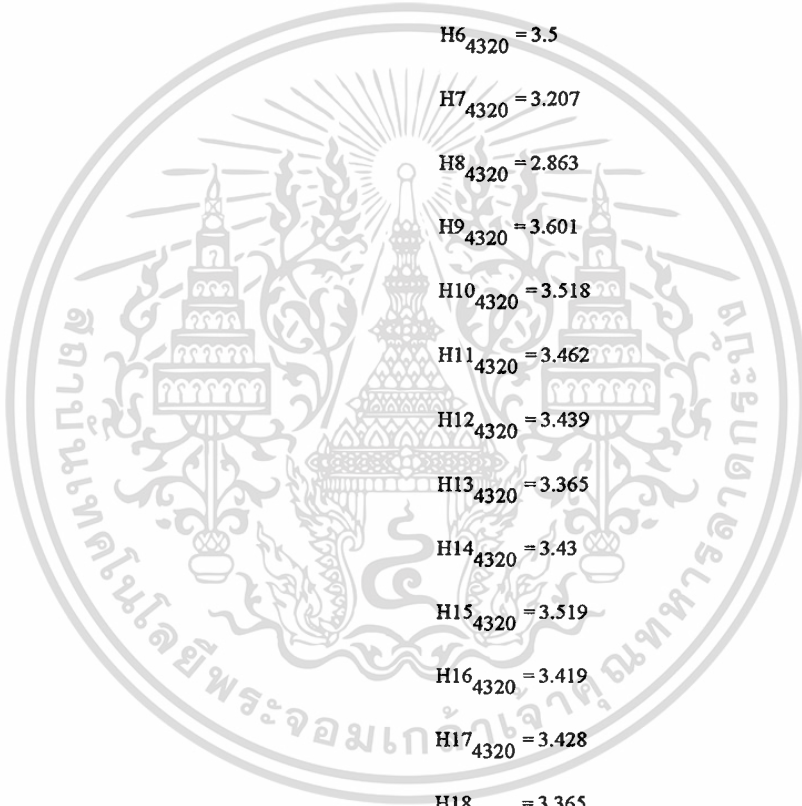
$$H16_{4320} = 3.419$$

$$H17_{4320} = 3.428$$

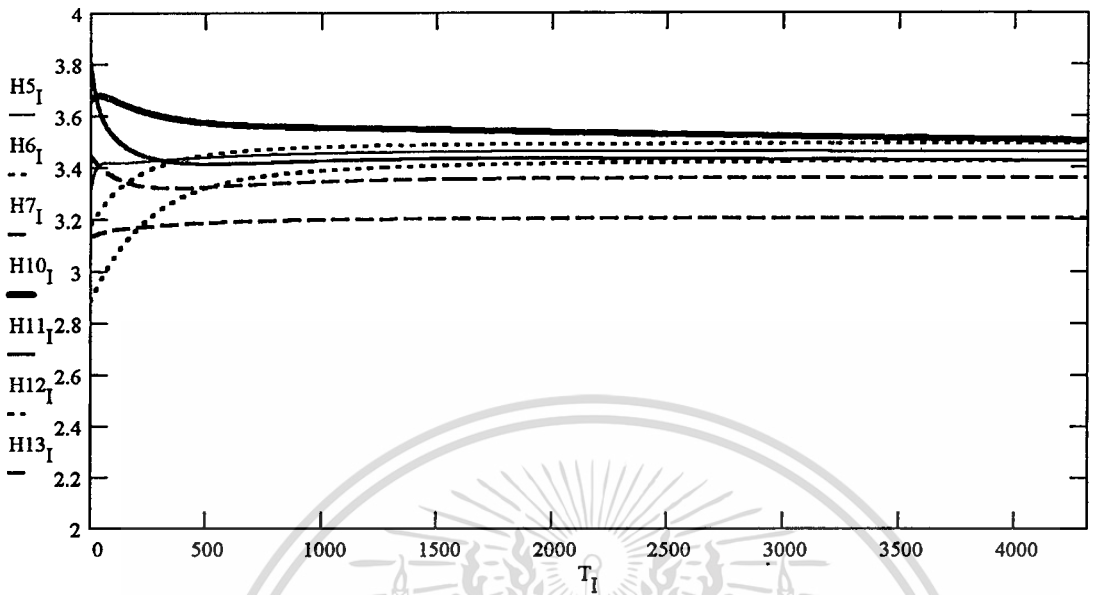
$$H18_{4320} = 3.365$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

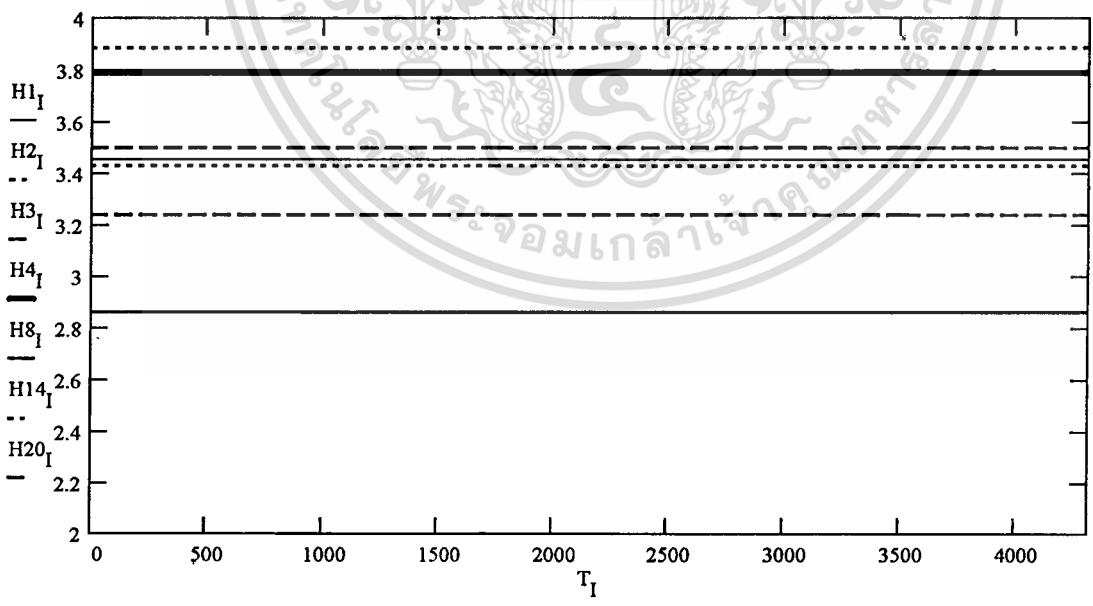
$$H20_{4320} = 3.499$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

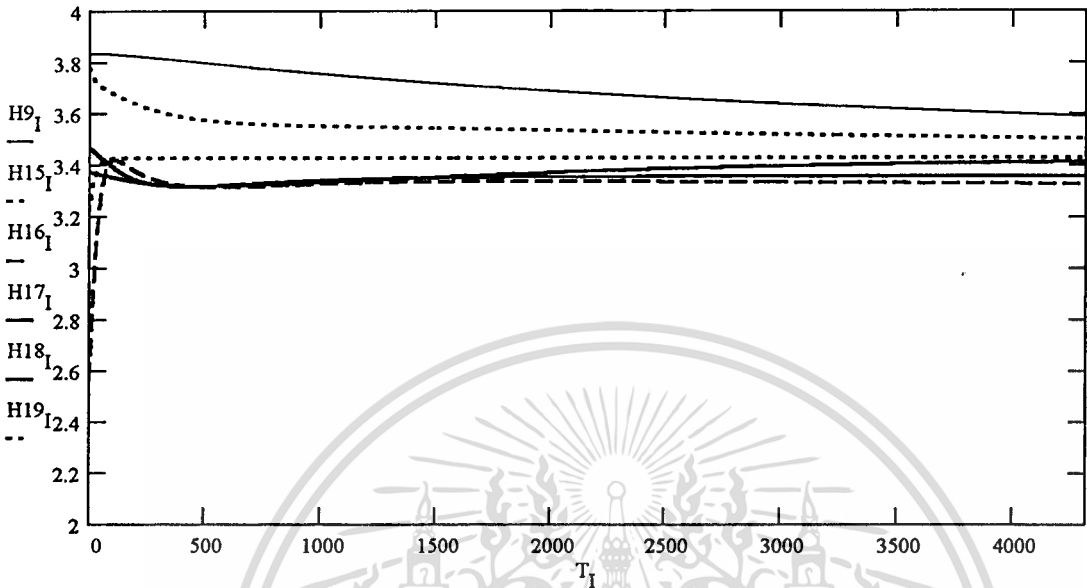


ภาพที่ ข.83 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 33.00 m<sup>3</sup>/min



ภาพที่ ข.84 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6.  
 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 33.00 m<sup>3</sup>/min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.85 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ..  
 เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี, ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min..  
 ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6. อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$

ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.15$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.312$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.071$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.156$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.379$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.537$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.083$

ผลต่างระดับน้ำปมปลาย

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.245$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.279$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.757$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.036$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.107$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่น้ำที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.46$$

$$H6_{4320} = 3.492$$

$$H7_{4320} = 3.205$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.592$$

$$H10_{4320} = 3.503$$

$$H11_{4320} = 3.425$$

$$H12_{4320} = 3.424$$

$$H13_{4320} = 3.361$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.504$$

$$H16_{4320} = 3.33$$

$$H17_{4320} = 3.415$$

$$H18_{4320} = 3.361$$

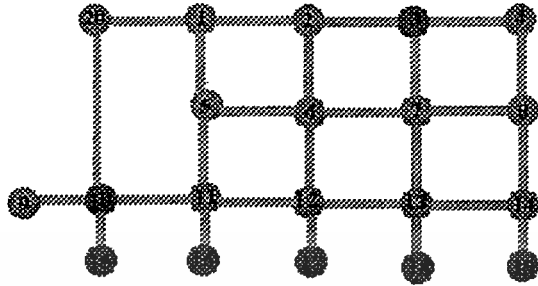
$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบังหรือระบบที่ III เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2540  
 คาบย่อนพินิจ 2.875 ปี เครื่องสูบน้ำติดตั้งที่ปมที่ 15 16 17 18 19 ประตุน้ำติดตั้งที่ปมที่ 9



- Canal
- Concrete node
- No concrete node

Scheme of Ladkrabang District boundy study.

MathCad6.0+ Programme:

ข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองสภาพการกระจายน้ำท่วมในพื้นที่เขตลาดกระบัง หรือระบบที่ III

M :=	$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 20 & 0 \\ 1 & 3 & 6 & 0 \\ 2 & 4 & 7 & 0 \\ 3 & 8 & 0 & 0 \\ 1 & 6 & 11 & 0 \\ 2 & 5 & 7 & 12 \\ 3 & 6 & 8 & 13 \\ 4 & 7 & 14 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 11 & 15 & 20 \\ 5 & 10 & 12 & 16 \\ 6 & 11 & 13 & 17 \\ 7 & 12 & 14 & 18 \\ 8 & 13 & 19 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 0 & 0 & 0 \\ 13 & 0 & 0 & 0 \\ 14 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 10 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	L :=	$\begin{bmatrix} 6500 \\ 6000 \\ 2000 \\ 4000 \\ 1700 \\ 5000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 16500 \\ 5500 \\ 6500 \\ 9000 \\ 5500 \\ 5000 \\ 1000 \\ 720 \\ 9000 \\ 850 \\ 850 \\ 5500 \end{bmatrix}$	B :=	$\begin{bmatrix} 20 \\ 20 \\ 30 \\ 30 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 32 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \\ 30 \\ 20 \\ 15 \\ 20 \\ 20 \\ 20 \end{bmatrix}$	D :=	$\begin{bmatrix} 2.7 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 2.7 \\ 2.7 \\ 2.4 \\ 2.3 \\ 2.3 \\ 3.5 \\ 3.3 \\ 3.3 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2.6 \\ 2.9 \\ 1.8 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 2.6 \\ 3.0 \end{bmatrix}$	H :=	$\begin{bmatrix} 3.455 \\ 3.886 \\ 3.241 \\ 3.789 \\ 3.310 \\ 3.180 \\ 3.134 \\ 2.863 \\ 3.837 \\ 3.659 \\ 3.804 \\ 2.887 \\ 3.444 \\ 3.430 \\ 3.783 \\ 2.573 \\ 3.379 \\ 3.468 \\ 3.229 \\ 3.499 \end{bmatrix}$	Z :=	$\begin{bmatrix} 0.755 \\ 0.886 \\ 1.141 \\ 1.089 \\ 0.610 \\ 0.780 \\ 0.834 \\ 0.563 \\ 0.337 \\ 0.359 \\ 0.504 \\ 0.387 \\ 0.944 \\ 0.830 \\ 0.883 \\ 0.773 \\ 0.779 \\ 0.868 \\ 0.629 \\ 0.499 \end{bmatrix}$	๑L :=	$\begin{bmatrix} 130000 \\ 120000 \\ 60000 \\ 120000 \\ 25500 \\ 100000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 528000 \\ 110000 \\ 130000 \\ 180000 \\ 110000 \\ 150000 \\ 20000 \\ 10800 \\ 180000 \\ 17000 \\ 17000 \\ 110000 \end{bmatrix}$	๑L :=	$\begin{bmatrix} 7.922 \cdot 10^6 \\ 7.313 \cdot 10^6 \\ 2.438 \cdot 10^6 \\ 4.875 \cdot 10^6 \\ 2.072 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 2.011 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 7.922 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \\ 6.094 \cdot 10^6 \\ 1.219 \cdot 10^6 \\ 8.776 \cdot 10^6 \\ 1.097 \cdot 10^6 \\ 1.036 \cdot 10^6 \\ 1.036 \cdot 10^6 \\ 6.704 \cdot 10^6 \end{bmatrix}$	R :=	$\begin{bmatrix} 2.099 \cdot 10^3 \\ 1.938 \cdot 10^3 \\ 645.988 \\ 1.292 \cdot 10^3 \\ 549.09 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 5.329 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 2.099 \cdot 10^3 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 1.776 \cdot 10^3 \\ 1.615 \cdot 10^3 \\ 322.994 \\ 232.556 \\ 2.907 \cdot 10^3 \\ 274.545 \\ 274.545 \\ 1.776 \cdot 10^3 \end{bmatrix}$	q :=	$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 548.0 \cdot 10 \\ 0 \end{bmatrix}$
------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------	--	-------	--	------	---	------	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.555
3.986
3.541
4.789
3.410
3.280
3.734
4.363
4.237
4.259
Bank := 4.404
3.587
4.244
3.630
3.983
3.073
3.679
3.768
3.529
3.499

เงื่อนไขเริ่มต้น

$i := 1, 2.. 20$

$AreaOfEachNodes_i := \omega_i$

$\omega_i := L_i \cdot B_i$

$TotalareaOfLad := 123859000 \text{ m}^2$

$totallength := \sum_{i=1}^{20} L_i \text{ m}$

$totallength = 1.016 \cdot 10^5 \text{ m}$

$AreaofCanal_i := \omega L_i$

$\omega L_i := \frac{123859000}{\sum_{i=1}^{20} L_i} \cdot L_i \text{ m}^2$

$Rainfallintensity := 2.65 \cdot 10^{-3} \text{ m/min}$

$AreaReductionFactor := 0.1$

$VolumeOfRainfallInEachNode_i := R_i$

$R_i := 2.65 \cdot 10^{-3} \cdot 0.1 \cdot \omega L_i \text{ m}^3/\text{min}$

อัตราการไหลของน้ำในแต่ละปมของพื้นที่ศึกษาโดยโปรแกรม Mathcad6.0+

$Q(H, i) := \sum_{k=1}^4 \text{if} \left[ M_{i,k} \neq 0, \alpha \cdot B_{(M_{i,k})} \cdot (H_i - Z_i)^2 \cdot \left[ \frac{H_{(M_{i,k})} - H_i}{L_{(M_{i,k})} + L_i} \right], 0 \right]$

$I := 1, 2.. 4320$

$t := 90 \text{ min}$

เงื่อนไขฝนตกในแต่ละปม

$qrain(t, i) := \begin{cases} R_i & \text{if } t \leq 90 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$RR(t, i) := qrain(t, i)$

เงื่อนไขการทำงานของเครื่องสูบน้ำ

$q(H, i) := \begin{cases} q_i & \text{if } H_i > Bank_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$P(H, i) := q(H, i)$

เงื่อนไขการทำงานของประตูระบายน้ำ

$a := 0.80 \text{ m. } b := 3.2 \text{ m. } m := 0.6 \text{ } g := 0.017 \text{ m/min}^2$   
 $Houtersystem := 3.4$

$GateRegulator(H, i) := a \cdot b \cdot m \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot |H_i - Houtersystem|} \cdot B_i \cdot H_i$

ค่าความเข้มข้นเท่ากับ  $2.65 \cdot 10^{-3}, 2.65 \cdot 10^{-4}, 2.65 \cdot 10^{-6} \text{ m/min}$

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1, 0.3, 0.6

อัตราการกักการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 5.00, 16.00, 33.00, 112.00, 166.00, 222.00, 548.00, 820.00, 1094.00  $\text{m}^3/\text{min}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำของปมปลายที่ 1 2 3 4 8 14 20 ภายใต้สภาวะการไหลแบบคงตัว

$$T_s = \begin{bmatrix} 1 \\ 864 \\ 1728 \\ 2592 \\ 3456 \\ 4320 \end{bmatrix} \quad HM1 := \begin{bmatrix} 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \\ 3.445 \end{bmatrix} \quad HM2 := \begin{bmatrix} 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \\ 3.886 \end{bmatrix} \quad HM3 := \begin{bmatrix} 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \\ 3.241 \end{bmatrix}$$

$$HM4 := \begin{bmatrix} 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \\ 3.789 \end{bmatrix} \quad HM8 := \begin{bmatrix} 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \\ 2.863 \end{bmatrix} \quad HM14 := \begin{bmatrix} 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \\ 3.430 \end{bmatrix} \quad HM20 := \begin{bmatrix} 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \\ 3.499 \end{bmatrix}$$

ระยะเวลาไหลเฉลี่ยของแบบจำลอง 4320 นาที

mii := 60

hour = 60·min

T := 1, 864.. 4320

j := 1, 2.. 6

$$\frac{60 \cdot 4320 \cdot \text{min}}{\text{hour}} = 4.32 \cdot 10^3$$

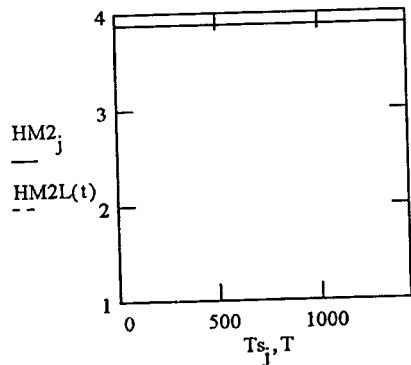
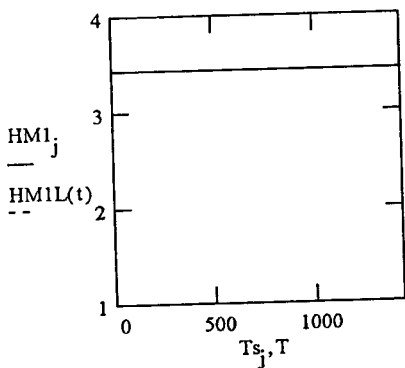
เงื่อนไขแสดงการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)ของปมปลาย

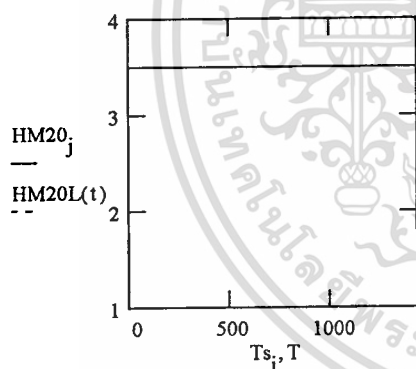
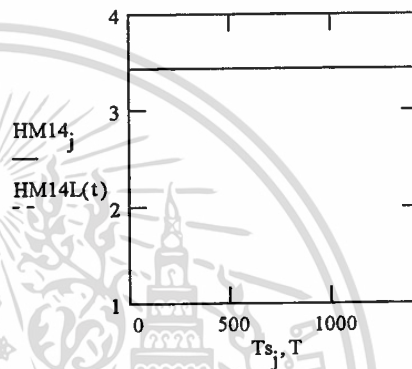
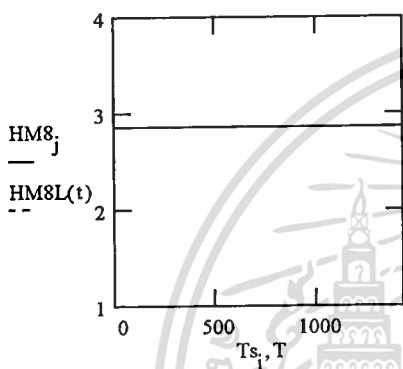
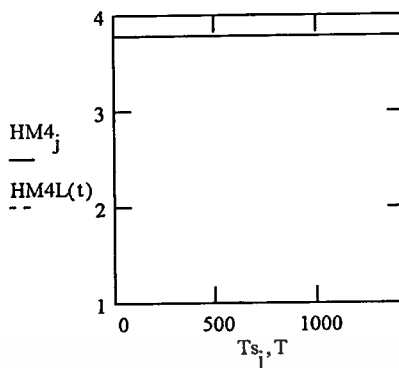
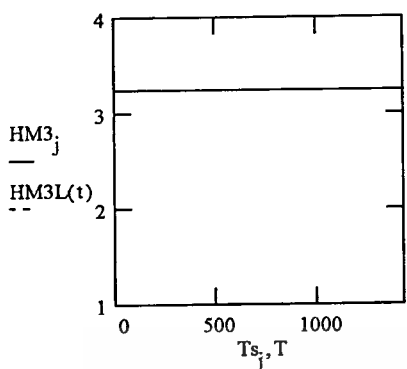
$$HM1L(T) := \text{linterp}(T_s, HM1, T) \quad HM4L(T) := \text{linterp}(T_s, HM4, T) \quad HM20L(T) := \text{linterp}(T_s, HM20, T)$$

$$HM2L(T) := \text{linterp}(T_s, HM2, T) \quad HM8L(T) := \text{linterp}(T_s, HM8, T)$$

$$HM3L(T) := \text{linterp}(T_s, HM3, T) \quad HM14L(T) := \text{linterp}(T_s, HM14, T)$$

แสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำปมปลายที่ 1 2 3 4 8 14 20 ระหว่างระดับน้ำในสภาวะการไหลแบบคงตัวกับระดับน้ำจากเงื่อนไขการเชื่อมต่อเส้นตรง(linearinterpolated)





ความเร็วกระแสในแต่ละปม, m/min

$\frac{Q(H,i)}{B_i \cdot H_i}$
1.008
9.76
3.54
7.171
3.298
1.857
0.494
6.269
0.31
1.688
13.421
6.059
2.257
2.977
0.814
5.493
1.049
0.141
2.071
0.537

อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ, m<sup>3</sup>/min

$$R_{total} = \sum_{i=1}^{20} R_i$$

$$R_{total} = 3.282 \cdot 10^4$$

$$TotalPumpingCapacity := 548.2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Ratio = \frac{R_{total}}{TotalPumpingCapacity}$$

$$\sum_{i=1}^{20} R_i = 3.282 \cdot 10^4$$

$$\frac{3.282 \cdot 10^4}{548.2 \cdot 10^{-5}} = 1.197$$

$$Ratio = 1.197$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่การฉีกขาดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการคำนวณของแบบจำลองในรูปแบบเมทริกซ์

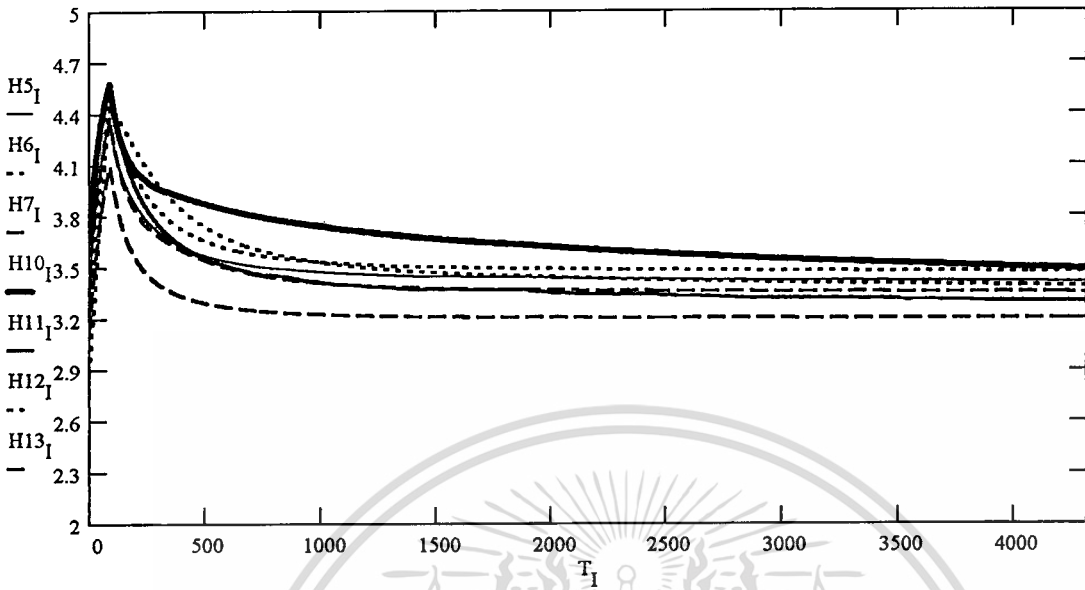
การคำนวณด้วยสมการอนุพันธ์สามัญ วิธี Runge-Kutta

G := rkfixed(H,0,4320,4320,C)

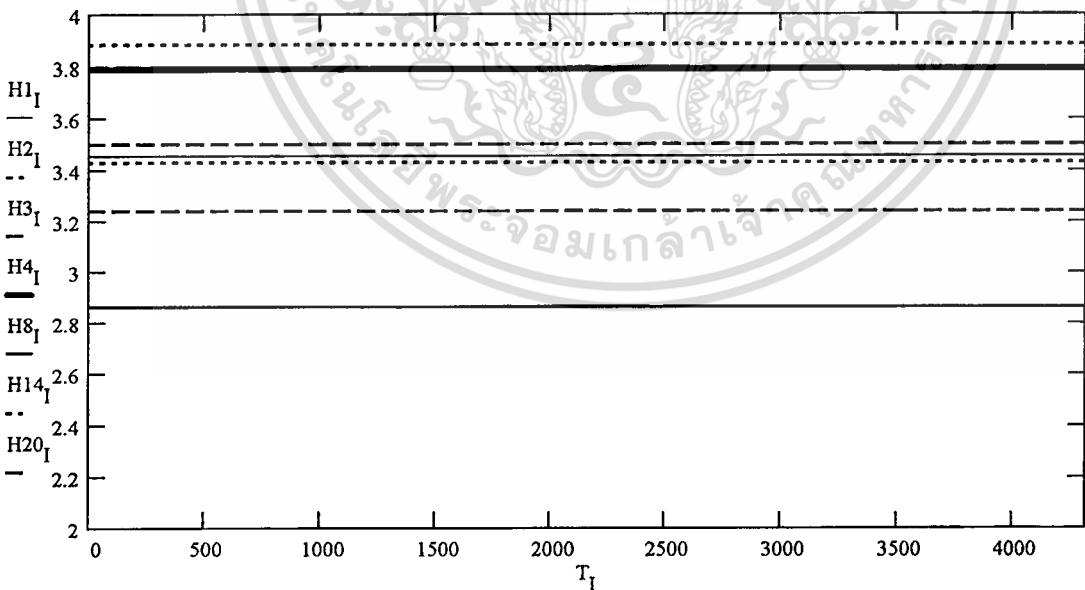
T = G<sup><1></sup>    H1 = G<sup><2></sup>    H2 = G<sup><3></sup>    H3 = G<sup><4></sup>    H4 = G<sup><5></sup>  
 H5 = G<sup><6></sup>    H6 = G<sup><7></sup>    H7 = G<sup><8></sup>    H8 = G<sup><9></sup>  
 H9 = G<sup><10></sup>    H10 = G<sup><11></sup>    H11 = G<sup><12></sup>    H12 = G<sup><13></sup>  
 H13 = G<sup><14></sup>    H14 = G<sup><15></sup>    H15 = G<sup><16></sup>    H16 = G<sup><17></sup>  
 H17 = G<sup><18></sup>    H18 = G<sup><19></sup>    H19 = G<sup><20></sup>    H20 = G<sup><21></sup>

C(t,H) :=

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} HM1L(t) \\ & \frac{d}{dt} HM2L(t) \\ & \frac{d}{dt} HM3L(t) \\ & \frac{d}{dt} HM4L(t) \\ & \frac{Q(H,5)}{\omega_5} + \frac{RR(t,5)}{\omega_5} \\ & \frac{Q(H,6)}{\omega_6} + \frac{RR(t,6)}{\omega_6} \\ & \frac{Q(H,7)}{\omega_7} + \frac{RR(t,7)}{\omega_7} \\ & \frac{d}{dt} HM8L(t) \\ & \left( \frac{Q(H,9)}{\omega_9} + \frac{RR(t,9)}{\omega_9} \right) - \frac{GateRegulator(H,9)}{\omega_9} \\ & \frac{Q(H,10)}{\omega_{10}} + \frac{RR(t,10)}{\omega_{10}} \\ & \frac{Q(H,11)}{\omega_{11}} + \frac{RR(t,11)}{\omega_{11}} \\ & \frac{Q(H,12)}{\omega_{12}} + \frac{RR(t,12)}{\omega_{12}} \\ & \frac{Q(H,13)}{\omega_{13}} + \frac{RR(t,13)}{\omega_{13}} \\ & \frac{d}{dt} HM14L(t) \\ & \frac{Q(H,15)}{\omega_{15}} + \frac{RR(t,15)}{\omega_{15}} + \frac{-P(H,15)}{\omega_{15}} \\ & \frac{Q(H,16)}{\omega_{16}} + \frac{RR(t,16)}{\omega_{16}} + \frac{-P(H,16)}{\omega_{16}} \\ & \frac{Q(H,17)}{\omega_{17}} + \frac{RR(t,17)}{\omega_{17}} + \frac{-P(H,17)}{\omega_{17}} \\ & \frac{Q(H,18)}{\omega_{18}} + \frac{RR(t,18)}{\omega_{18}} + \frac{-P(H,18)}{\omega_{18}} \\ & \frac{Q(H,19)}{\omega_{19}} + \frac{RR(t,19)}{\omega_{19}} + \frac{-P(H,19)}{\omega_{19}} \\ & \frac{d}{dt} HM20L(t) \end{aligned}$$

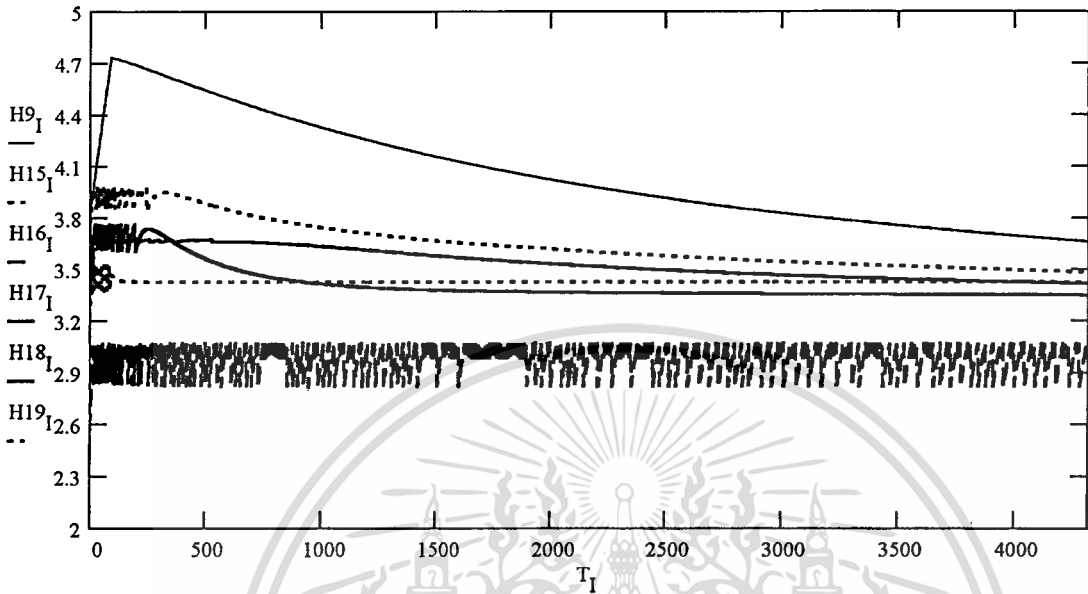


ภาพที่ ข.86 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m



ภาพที่ ข.87 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540  
 กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1  
 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 548.00 m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.88 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบขึ้นพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $548.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

ผลต่างระดับน้ำที่ปมศูนย์กลาง

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.101$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.289$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.065$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.174$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.507$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.5$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.092$

ผลต่างระดับน้ำที่ปมปลาย

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำที่ปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.171$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.296$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.438$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.041$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.116$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.411$$

$$H6_{4320} = 3.469$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.666$$

$$H10_{4320} = 3.485$$

$$H11_{4320} = 3.297$$

$$H12_{4320} = 3.387$$

$$H13_{4320} = 3.352$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.487$$

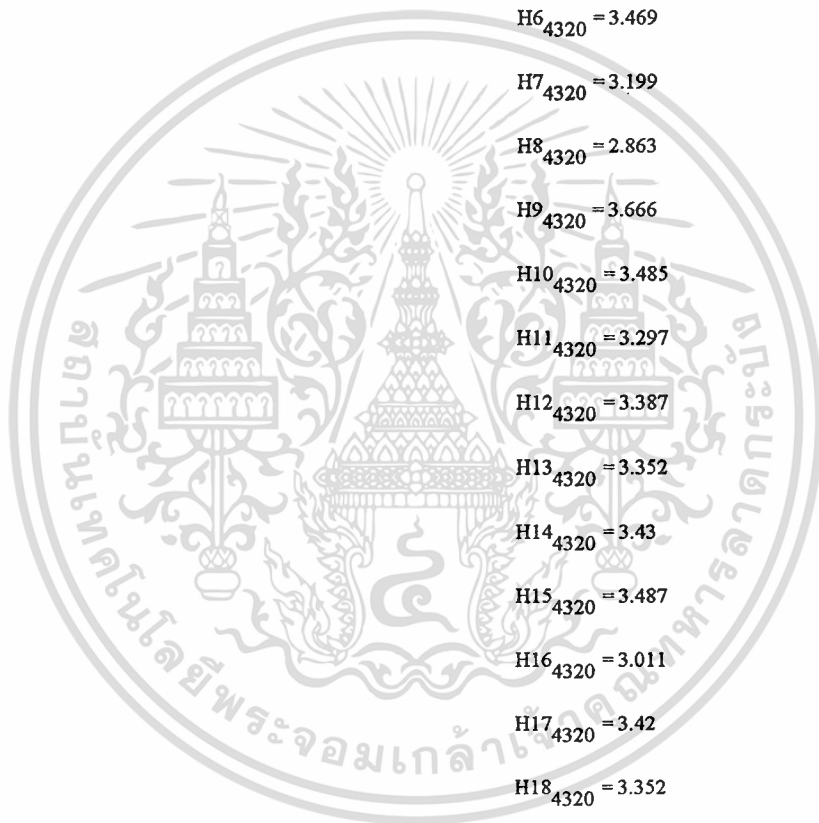
$$H16_{4320} = 3.011$$

$$H17_{4320} = 3.42$$

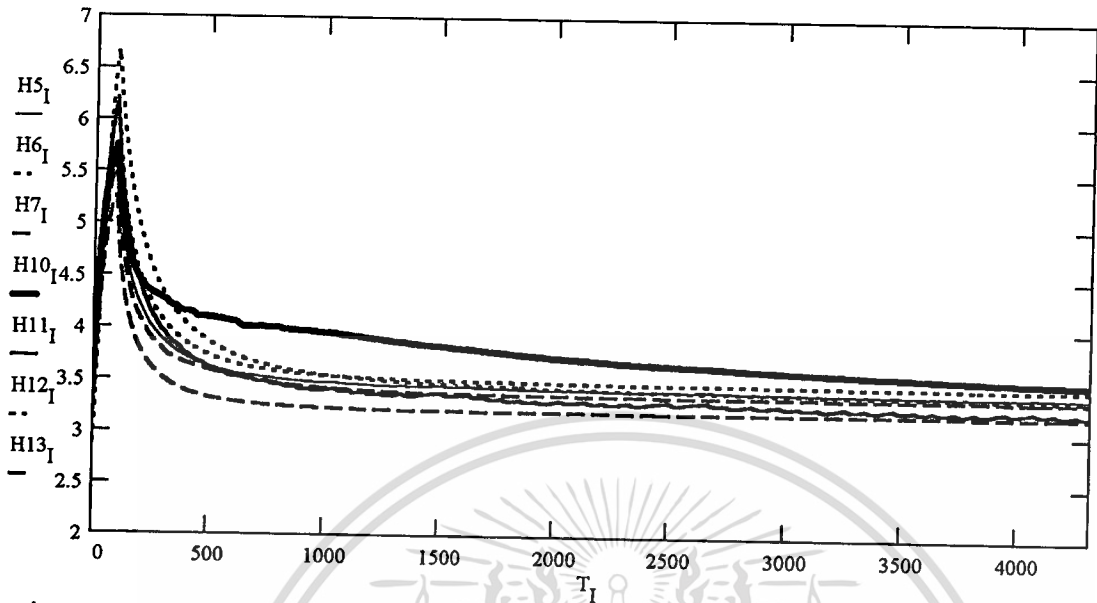
$$H18_{4320} = 3.352$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



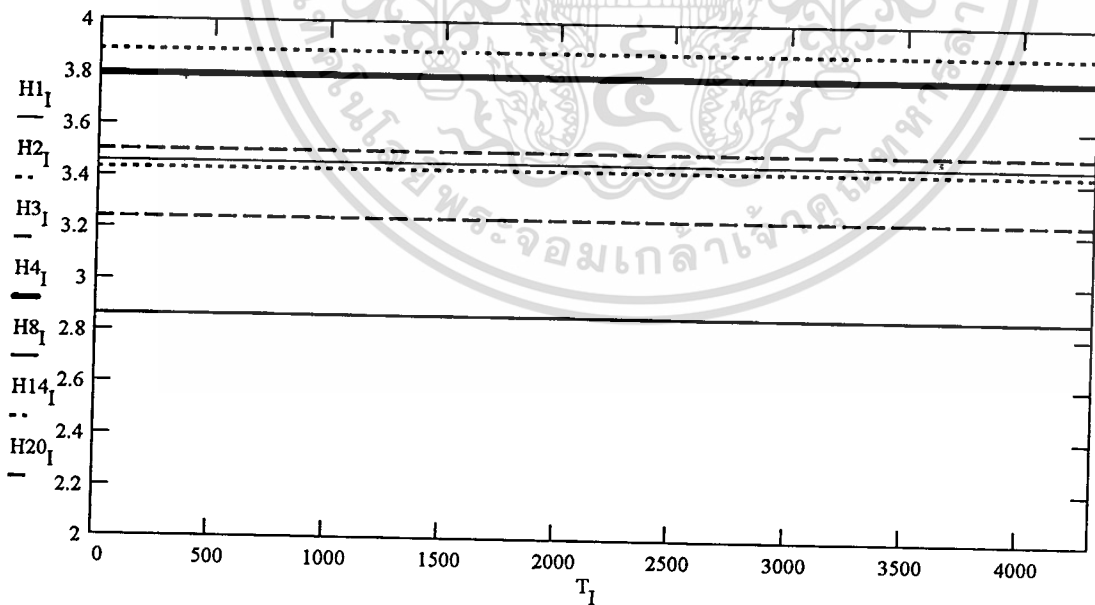
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๙.89 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบ่อบนศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $820.00$  m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

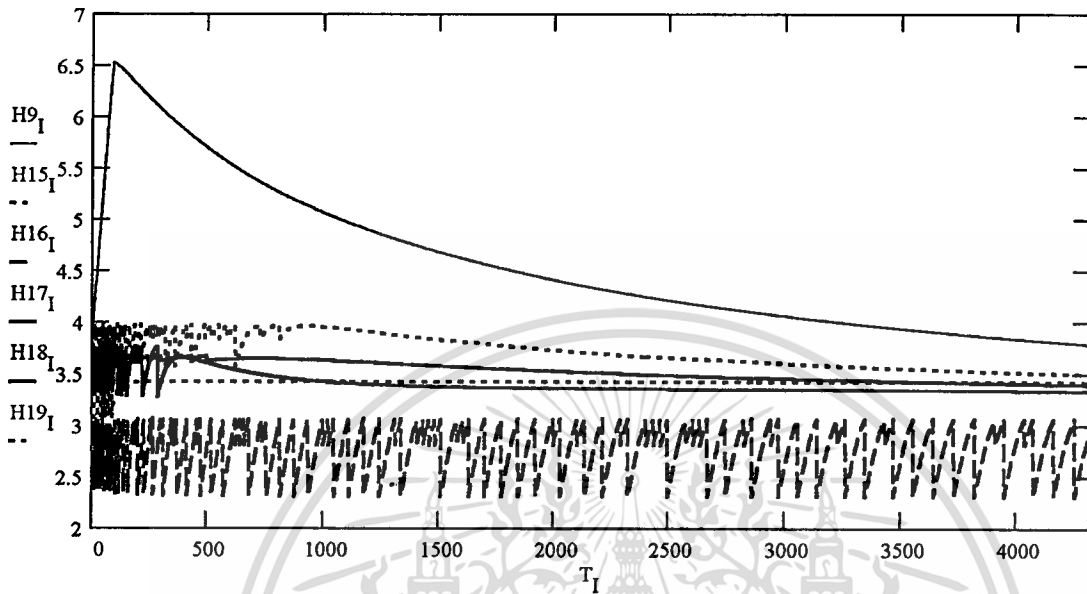


ภาพที่ ๙.90 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบ่อปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $820.00$  m<sup>3</sup>/min ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha \approx 9595$

ภาพที่ ข.91 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540. ระยะเวลาขออนุมัติ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-3}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3, อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 820.00 m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

**ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง**

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.073$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.276$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.062$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.157$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.583$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.475$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.099$

**ผลต่างระดับน้ำปมปลาย**

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.042$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.277$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.337$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.024$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.123$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่เวลานาทีสุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.383$$

$$H6_{4320} = 3.456$$

$$H7_{4320} = 3.196$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.795$$

$$H10_{4320} = 3.502$$

$$H11_{4320} = 3.221$$

$$H12_{4320} = 3.362$$

$$H13_{4320} = 3.345$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.506$$

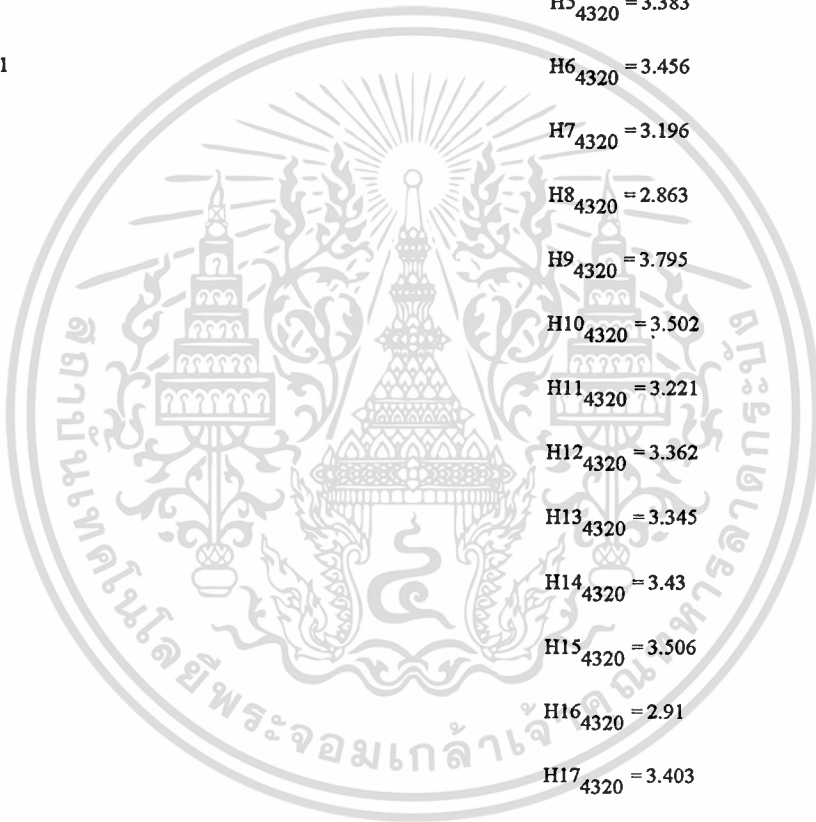
$$H16_{4320} = 2.91$$

$$H17_{4320} = 3.403$$

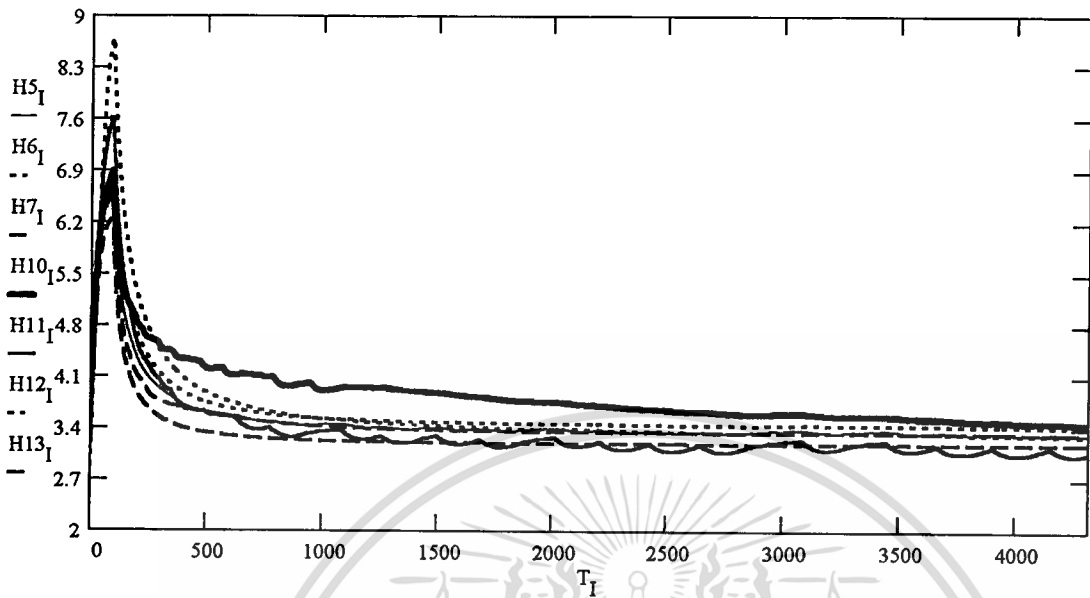
$$H18_{4320} = 3.345$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



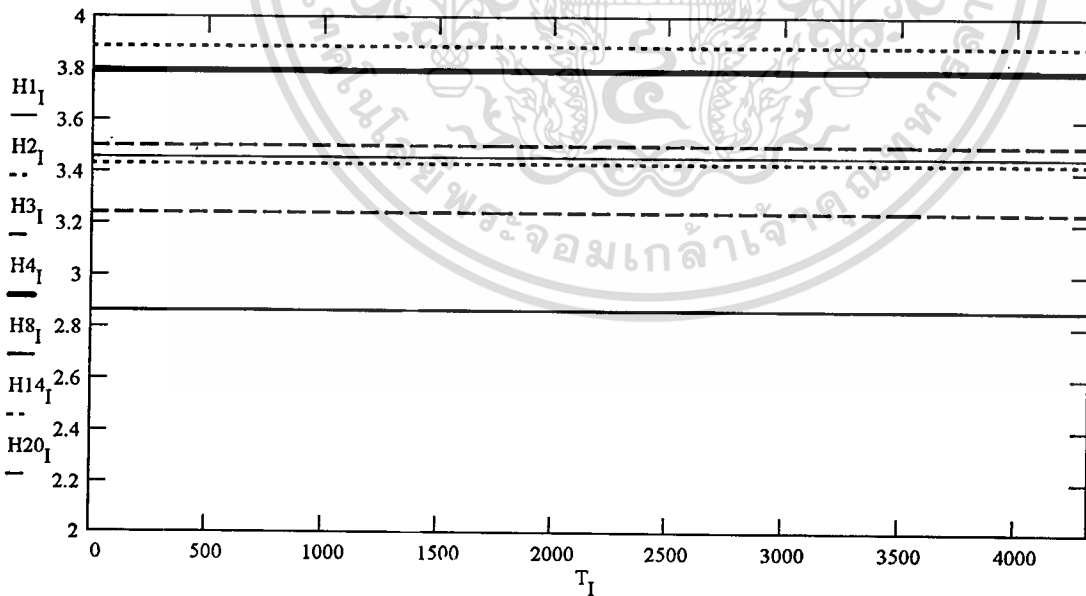
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๙.๑๒ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี, ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min,

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $1094.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.8

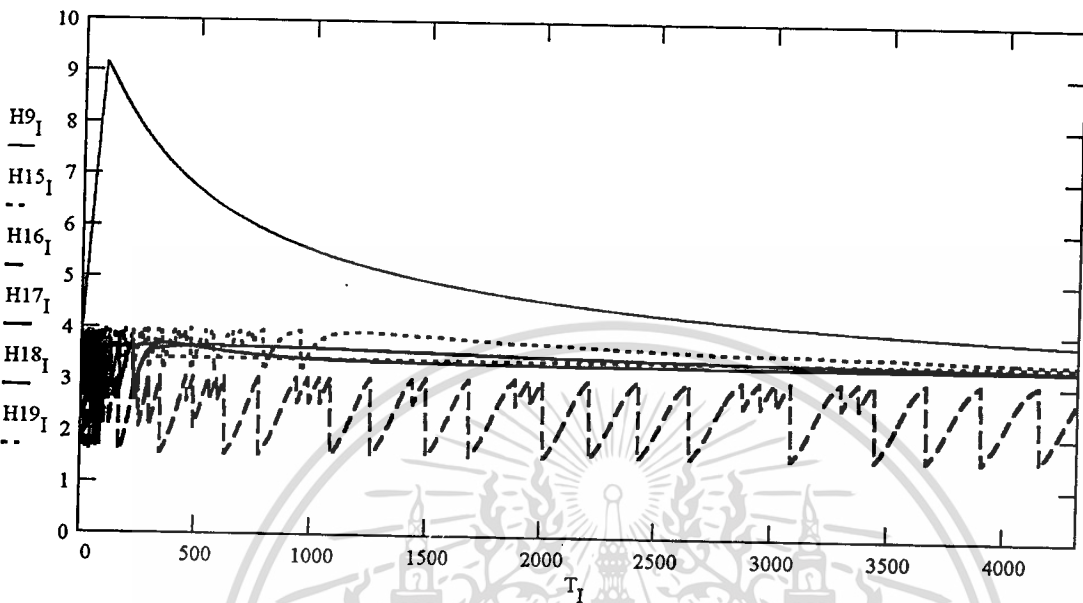


ภาพที่ ๙.๑๓ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540. กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $1094.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ข.94 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ.

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-3}$  m/min.

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6. อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $1094.00$  m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.8

ผลต่างระดับน้ำปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.01$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.245$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.054$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.198$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.738$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.418$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.113$$

ผลต่างระดับน้ำปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.011$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.317$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.167$$

$$H17_1 - H17_{4320} = 0.019$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.137$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.32$$

$$H6_{4320} = 3.425$$

$$H7_{4320} = 3.188$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.826$$

$$H10_{4320} = 3.461$$

$$H11_{4320} = 3.066$$

$$H12_{4320} = 3.305$$

$$H13_{4320} = 3.331$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.466$$

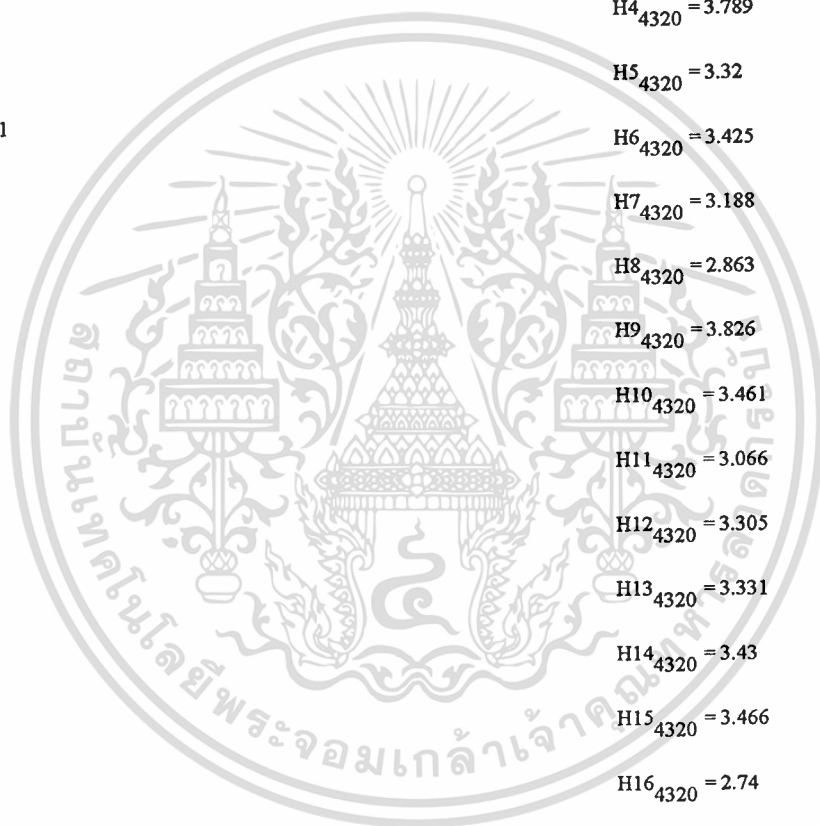
$$H16_{4320} = 2.74$$

$$H17_{4320} = 3.36$$

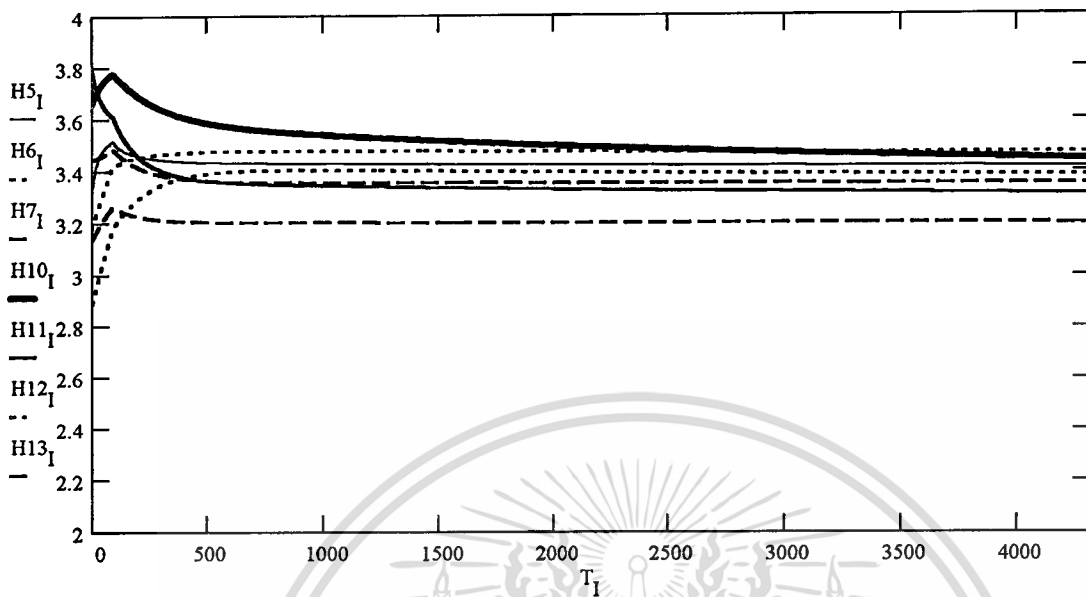
$$H18_{4320} = 3.331$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



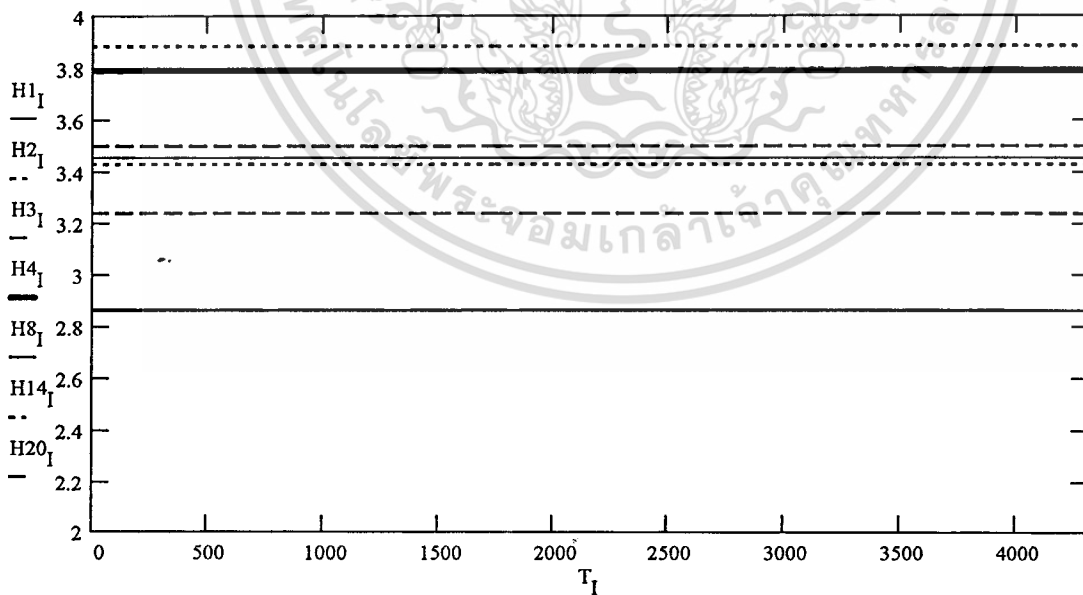
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๙.95 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขื่อนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m



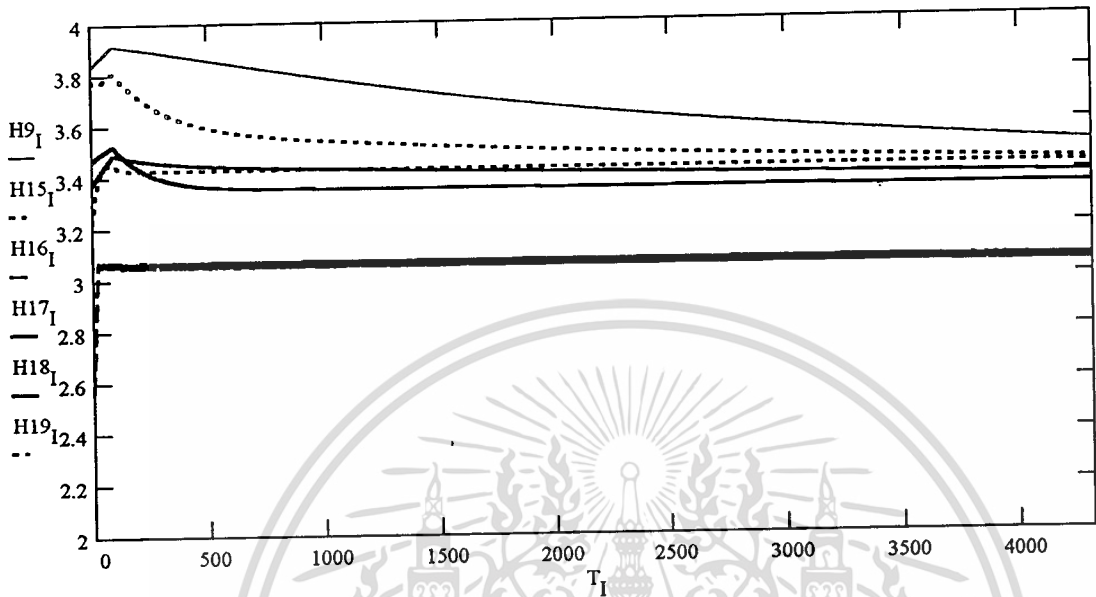
ภาพที่ ๙.96 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1.

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 112.00 m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ๕.๑๗ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $112.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.105$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.289$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.065$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.217$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.494$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.495$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.094$$

ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูละบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.322$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.34$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.478$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.011$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.118$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่สถานีสุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.415$$

$$H6_{4320} = 3.469$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.515$$

$$H10_{4320} = 3.442$$

$$H11_{4320} = 3.31$$

$$H12_{4320} = 3.382$$

$$H13_{4320} = 3.35$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.443$$

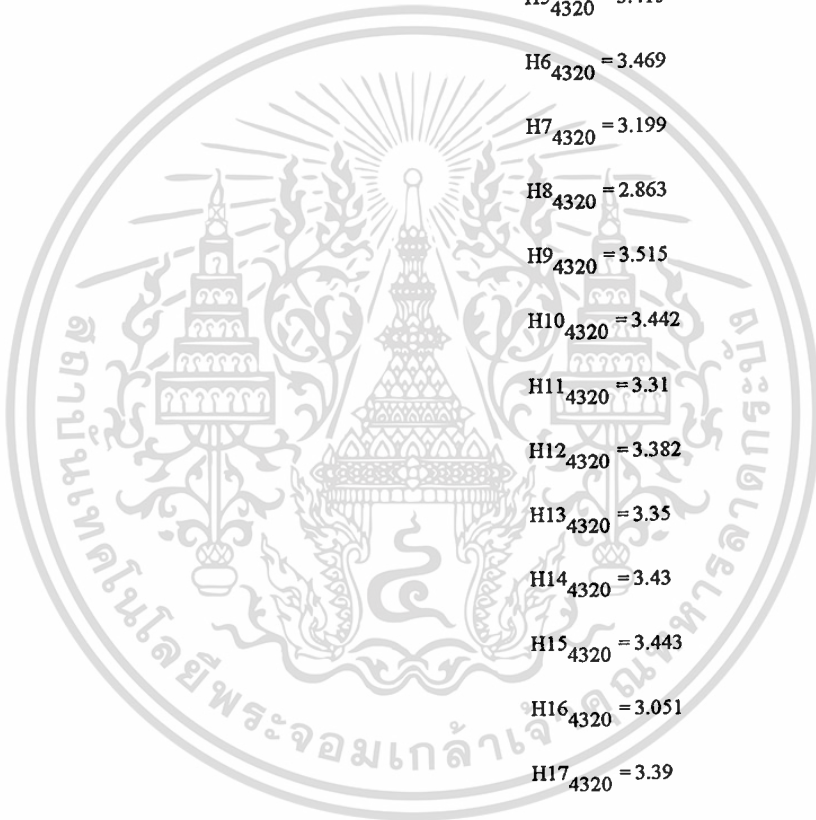
$$H16_{4320} = 3.051$$

$$H17_{4320} = 3.39$$

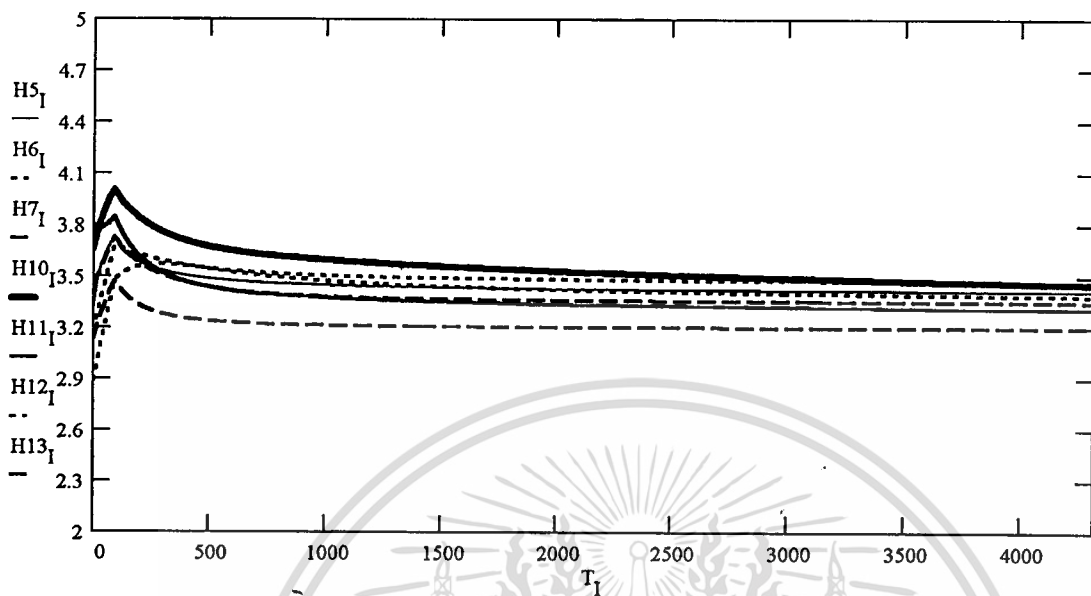
$$H18_{4320} = 3.35$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



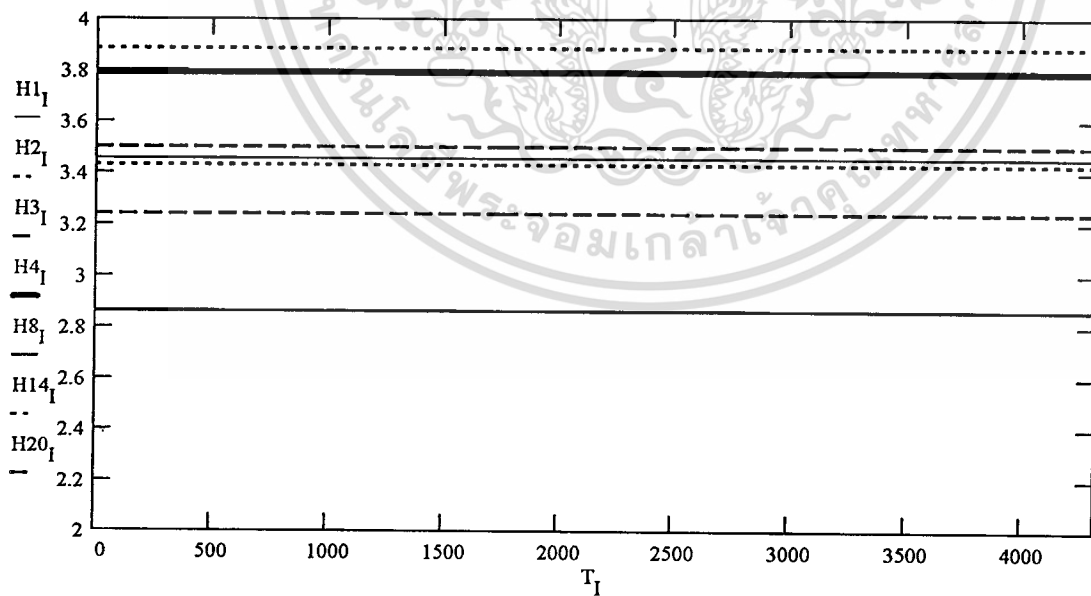
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.98 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3.

อัตราการกำลัการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00$  m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m



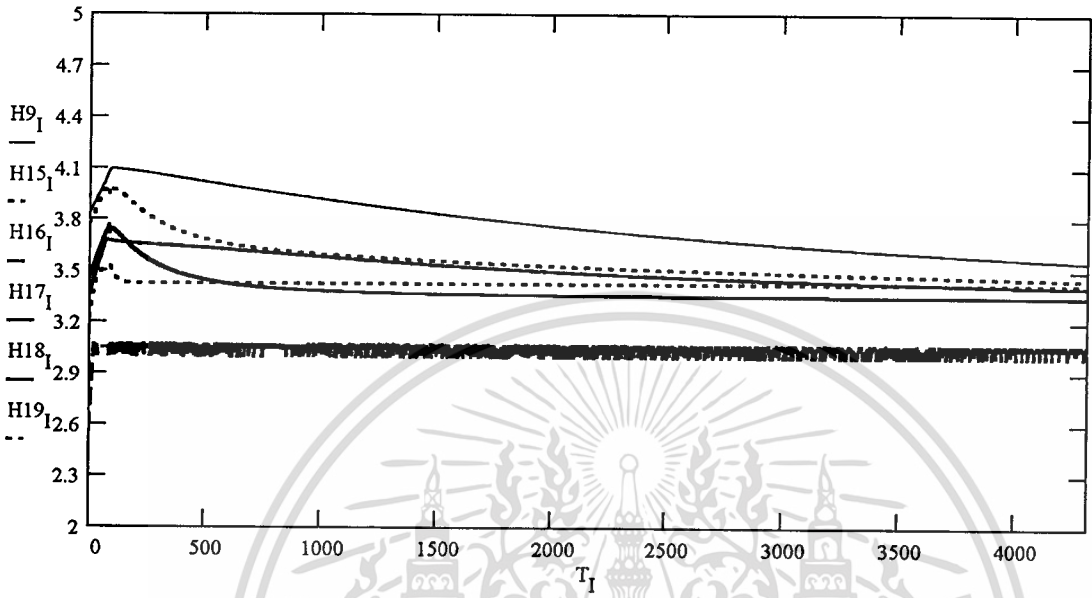
ภาพที่ ข.99 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3.

อัตราการกำลัการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00$  m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.100 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540. กรณีคาบชอนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $166.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

ผลต่างของระดับน้ำที่ปมศูนย์กลาง

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.107$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.291$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.065$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.203$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.492$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.502$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.092$

ผลต่างของระดับน้ำที่ปมปลาย

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างของระดับน้ำที่ปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูละบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.279$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.326$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.484$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.034$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.116$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.417$$

$$H6_{4320} = 3.471$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.558$$

$$H10_{4320} = 3.456$$

$$H11_{4320} = 3.312$$

$$H12_{4320} = 3.389$$

$$H13_{4320} = 3.352$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.457$$

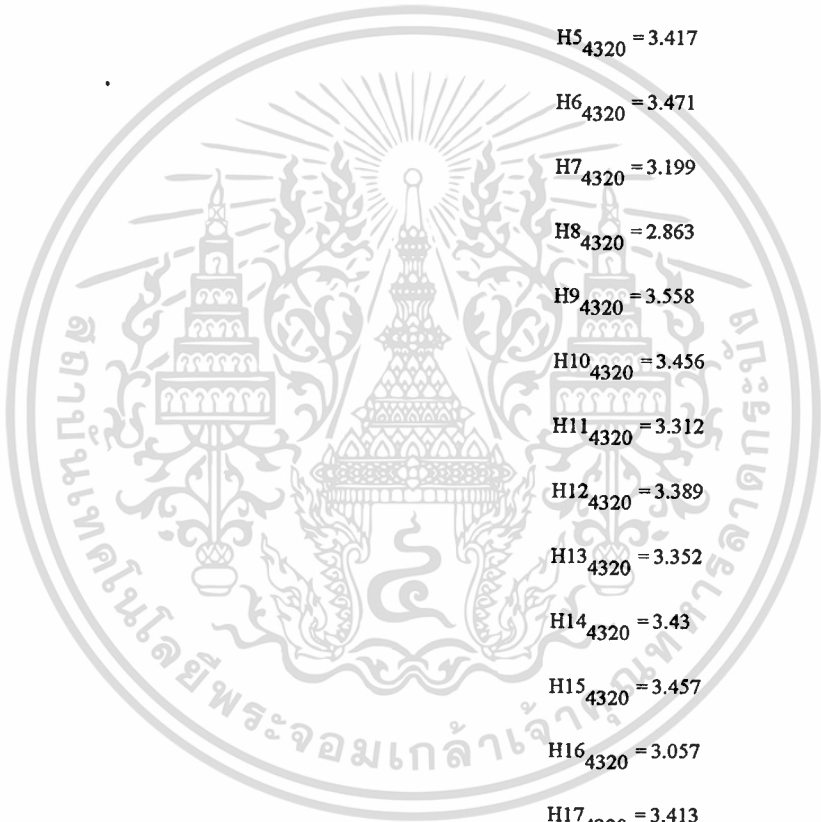
$$H16_{4320} = 3.057$$

$$H17_{4320} = 3.413$$

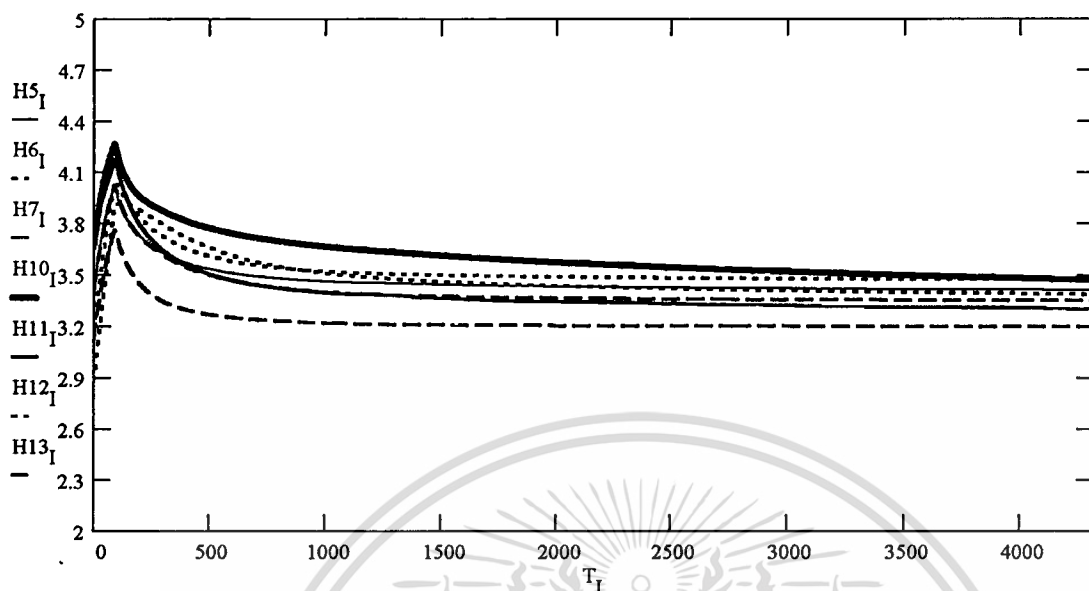
$$H18_{4320} = 3.352$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



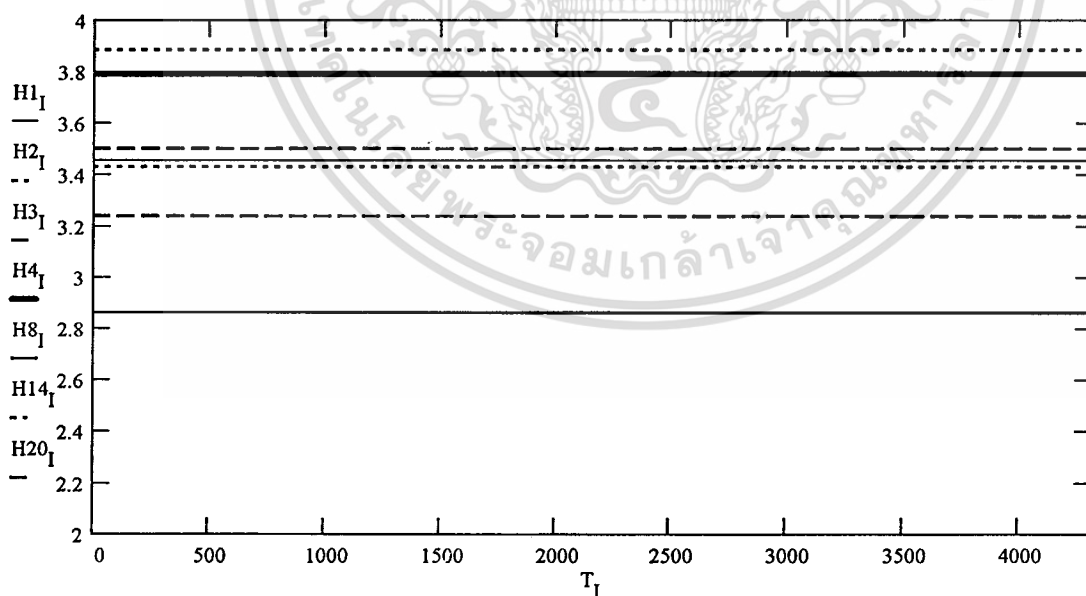
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.101 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขึ้นพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

อัตราการล้างการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

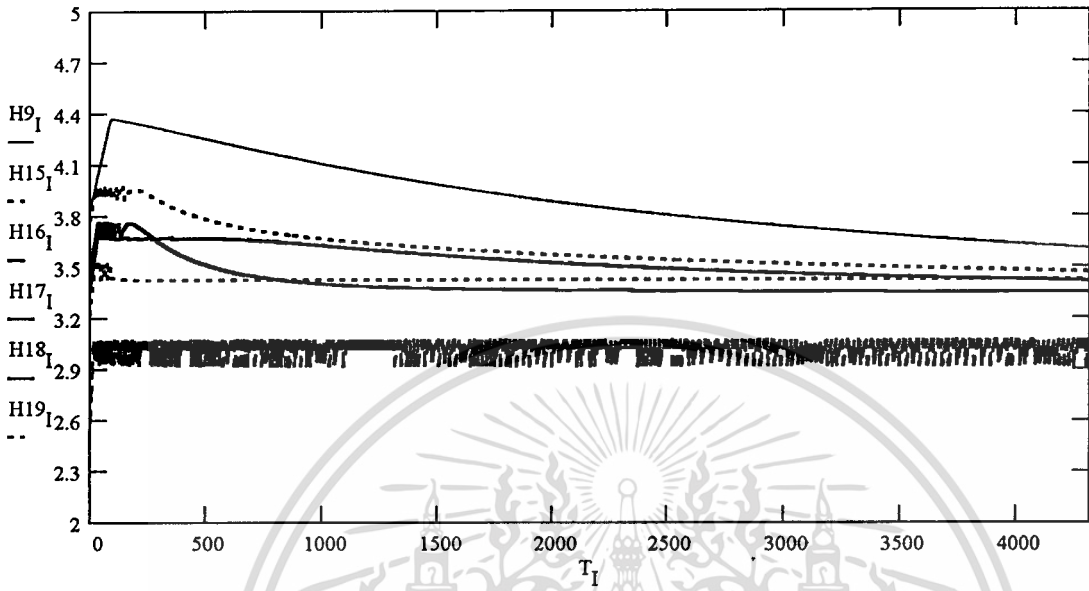


ภาพที่ ข.102 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขึ้นพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-4}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

อัตราการล้างการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha=9595$

ภาพที่ ข.108 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ.

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบยอนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-4}$  m/min

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $222.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

$H5_1 - H5_{4320} = -0.104$

$H6_1 - H6_{4320} = -0.29$

$H7_1 - H7_{4320} = -0.065$

$H10_1 - H10_{4320} = 0.189$

$H11_1 - H11_{4320} = 0.501$

$H12_1 - H12_{4320} = -0.502$

$H13_1 - H13_{4320} = 0.092$

ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

$H1_1 - H1_{4320} = 0$

$H2_1 - H2_{4320} = 0$

$H3_1 - H3_{4320} = 0$

$H4_1 - H4_{4320} = 0$

$H8_1 - H8_{4320} = 0$

$H14_1 - H14_{4320} = 0$

$H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.227$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.312$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.452$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.04$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.116$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.414$$

$$H6_{4320} = 3.47$$

$$H7_{4320} = 3.199$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.61$$

$$H10_{4320} = 3.47$$

$$H11_{4320} = 3.303$$

$$H12_{4320} = 3.389$$

$$H13_{4320} = 3.352$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.471$$

$$H16_{4320} = 3.025$$

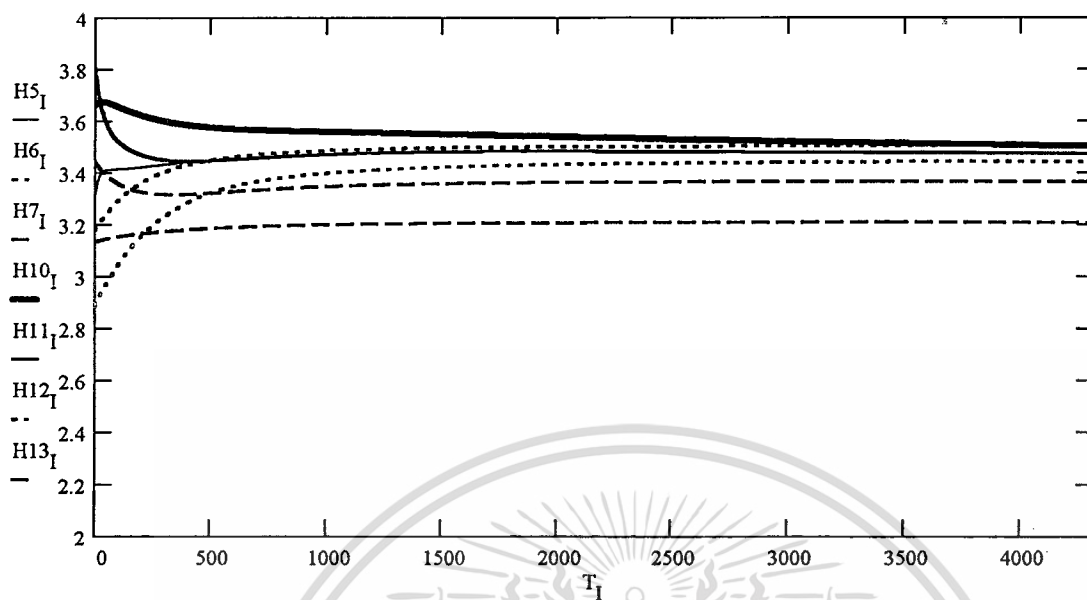
$$H17_{4320} = 3.419$$

$$H18_{4320} = 3.352$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$

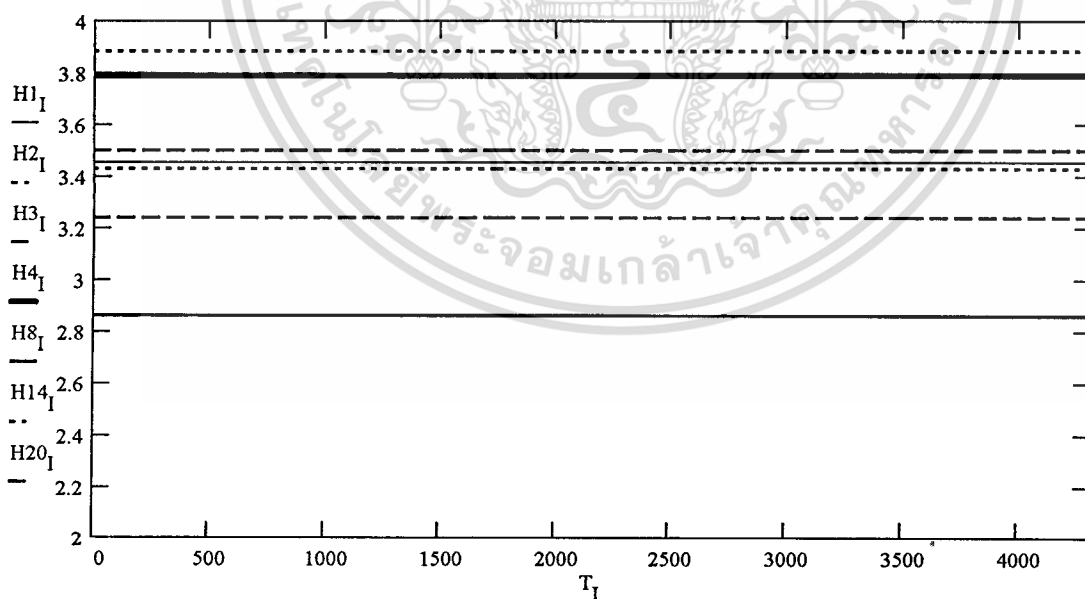
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.104 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1.

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

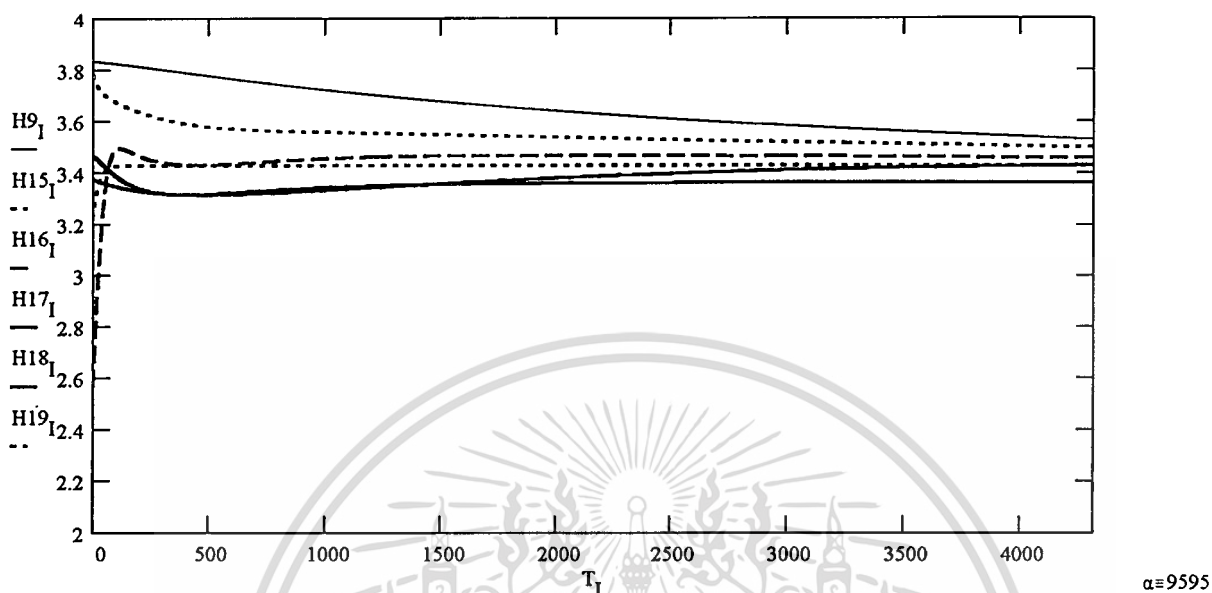


ภาพที่ ข.105 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1.

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.106 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.1 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $5.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.168$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.322$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.073$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.158$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.332$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.556$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.078$$

ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.306$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.281$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.886$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.053$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.102$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.478$$

$$H6_{4320} = 3.502$$

$$H7_{4320} = 3.207$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.531$$

$$H10_{4320} = 3.501$$

$$H11_{4320} = 3.472$$

$$H12_{4320} = 3.443$$

$$H13_{4320} = 3.366$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.502$$

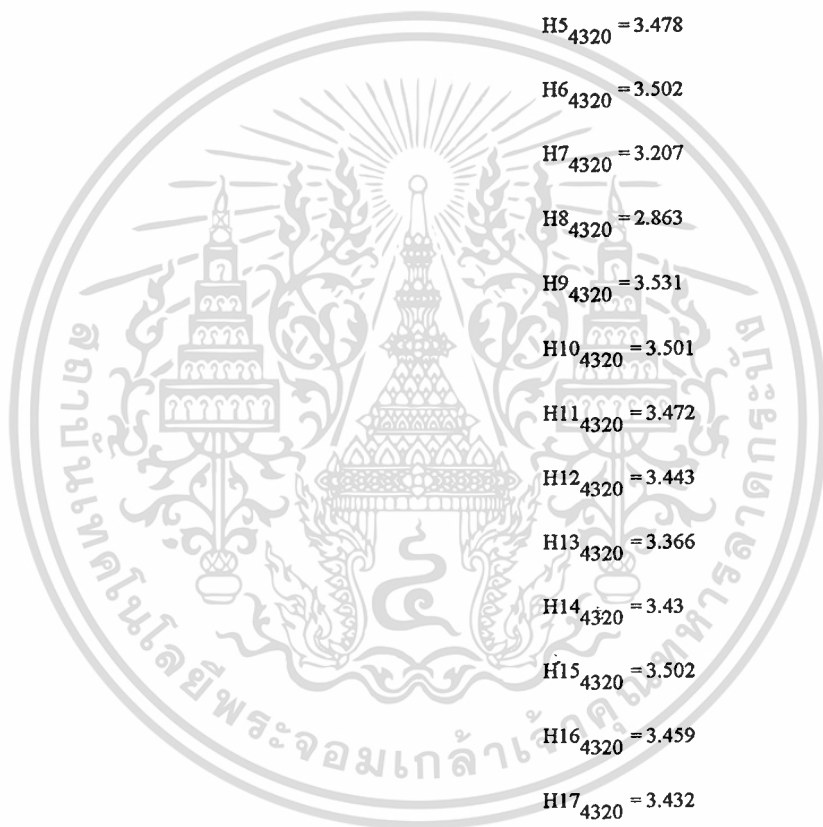
$$H16_{4320} = 3.459$$

$$H17_{4320} = 3.432$$

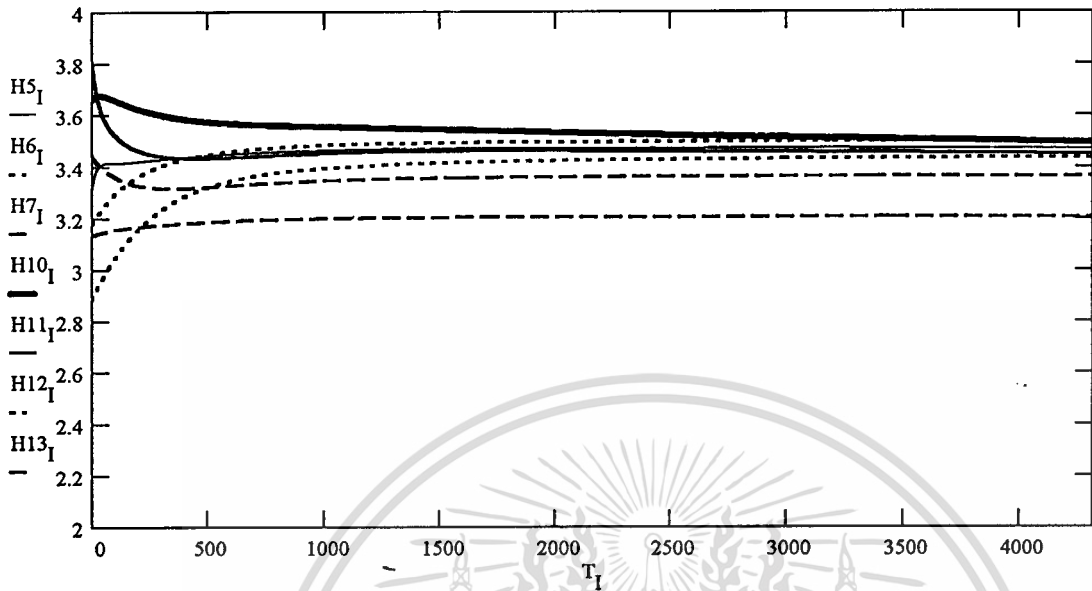
$$H18_{4320} = 3.366$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



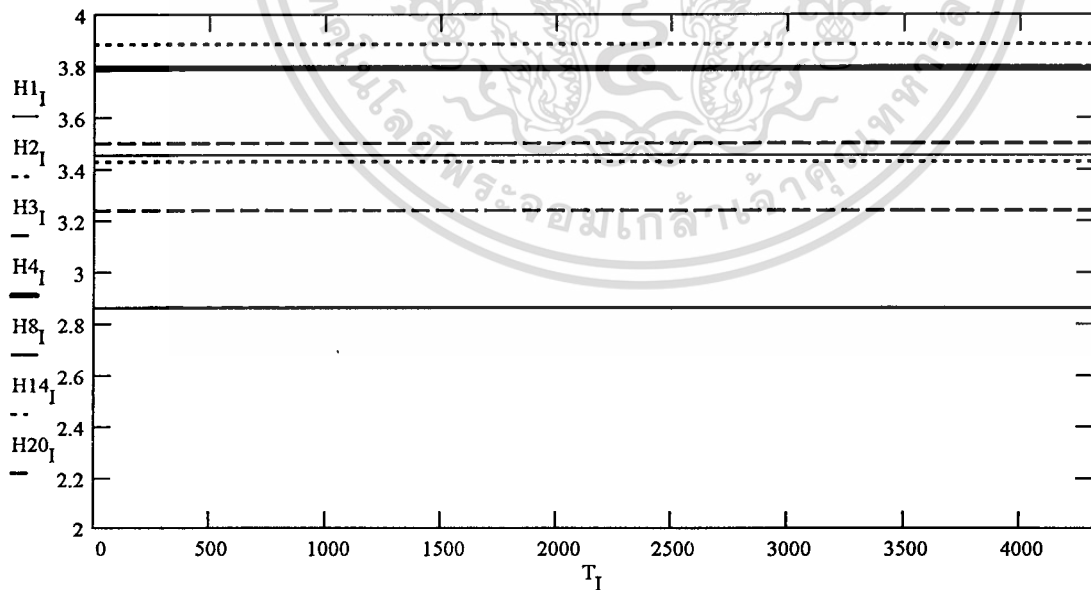
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.107 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3

อัตราการล้างการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 16.00 m<sup>3</sup>/min. ประตูละบายน้ำเปิด 0.80 m

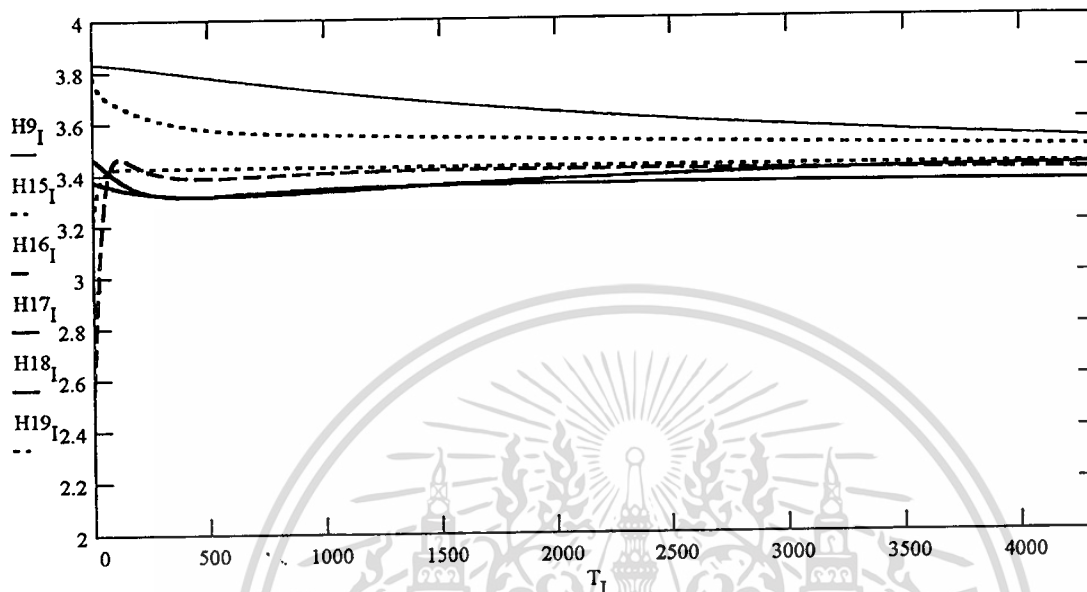


ภาพที่ ข.108 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของบมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบช้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3.

อัตราการล้างการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ 16.00 m<sup>3</sup>/min. ประตูละบายน้ำเปิด 0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


 $\alpha=9595$ 

ภาพที่ ข.109 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ.

เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย้อนพินิจ 2.875 ปี. ความเข้มฝน  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min.

ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.3 อัตรากำลังการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $16.00 \text{ m}^3/\text{min}$ . ประตูระบายน้ำเปิด 0.80

ผลต่างระดับน้ำที่ปมศูนย์กลาง

$$H5_1 - H5_{4320} = -0.16$$

$$H6_1 - H6_{4320} = -0.317$$

$$H7_1 - H7_{4320} = -0.072$$

$$H10_1 - H10_{4320} = 0.167$$

$$H11_1 - H11_{4320} = 0.354$$

$$H12_1 - H12_{4320} = -0.548$$

$$H13_1 - H13_{4320} = 0.08$$

ผลต่างระดับน้ำที่ปมปลาย

$$H1_1 - H1_{4320} = 0$$

$$H2_1 - H2_{4320} = 0$$

$$H3_1 - H3_{4320} = 0$$

$$H4_1 - H4_{4320} = 0$$

$$H8_1 - H8_{4320} = 0$$

$$H14_1 - H14_{4320} = 0$$

$$H20_1 - H20_{4320} = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลต่างระดับน้ำที่ปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.31$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.29$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.834$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.045$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.104$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้าย

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.47$$

$$H6_{4320} = 3.497$$

$$H7_{4320} = 3.206$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.527$$

$$H10_{4320} = 3.492$$

$$H11_{4320} = 3.45$$

$$H12_{4320} = 3.435$$

$$H13_{4320} = 3.364$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.493$$

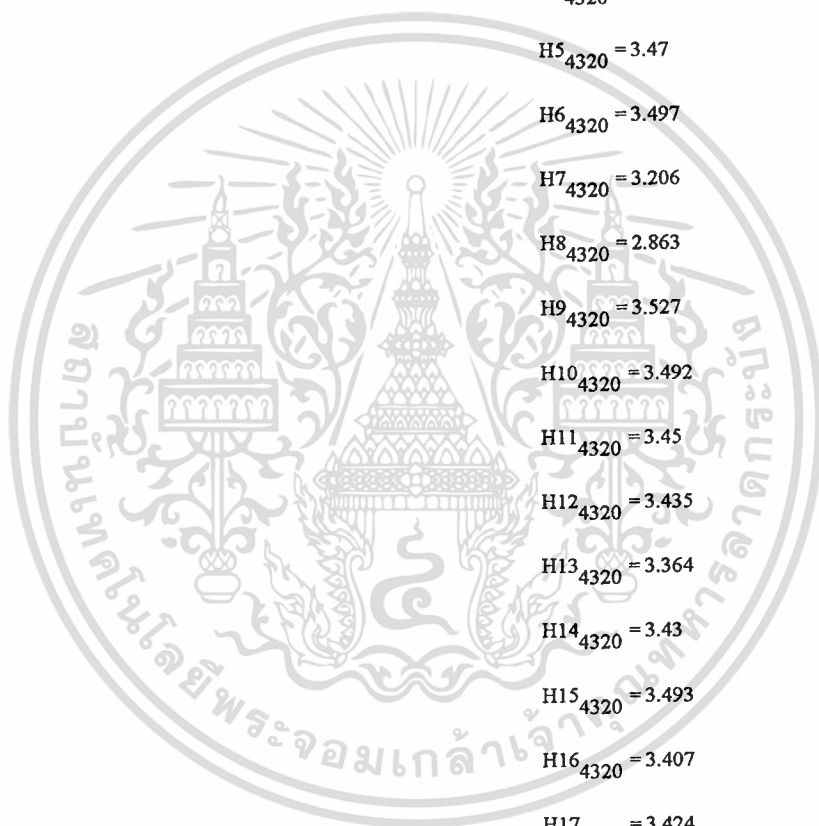
$$H16_{4320} = 3.407$$

$$H17_{4320} = 3.424$$

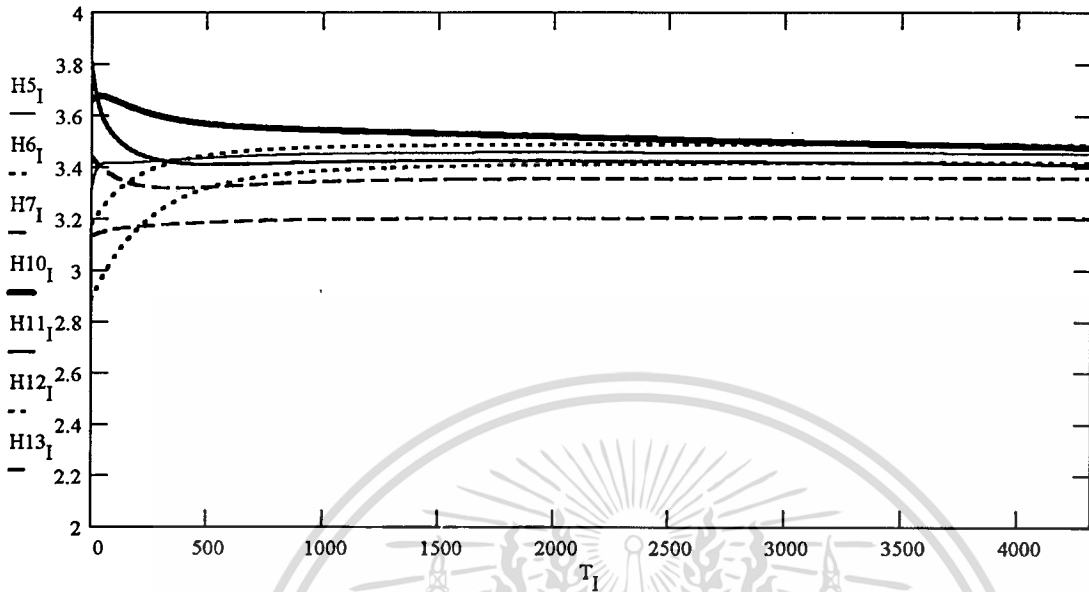
$$H18_{4320} = 3.364$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



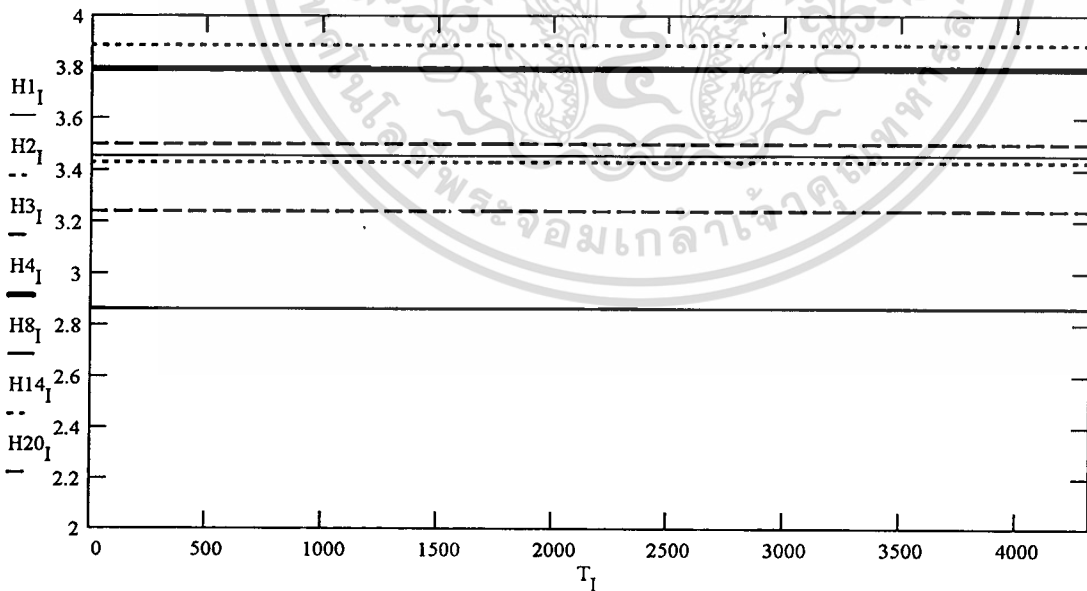
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.110 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมศูนย์กลาง เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540.

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min. ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00$  m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

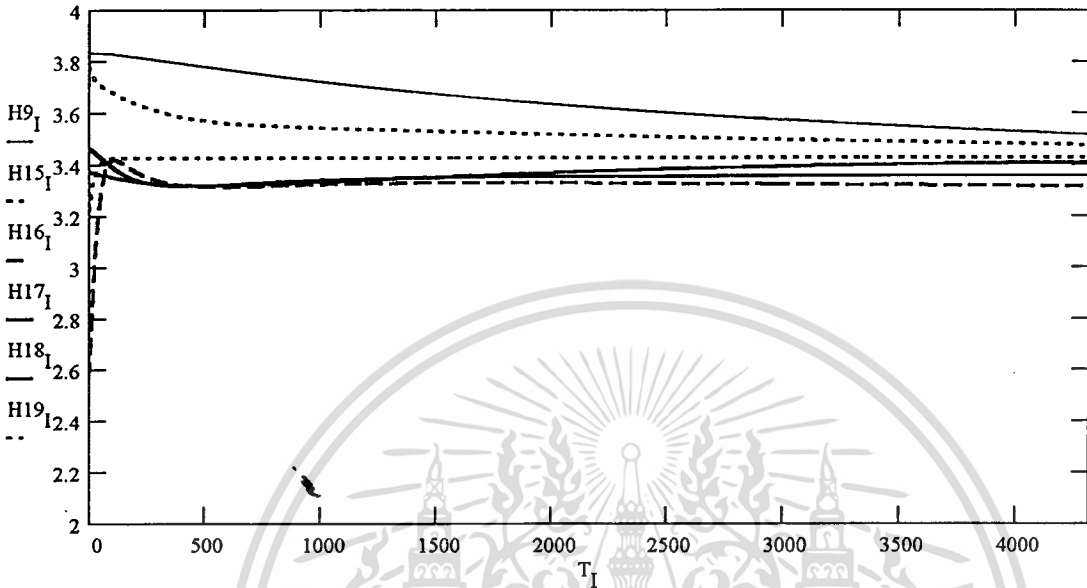


ภาพที่ ข.111 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมปลาย เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540

กรณีคาบขื่อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มฝน  $2.65 \cdot 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6

อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00$  m<sup>3</sup>/min. ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$\alpha \approx 9595$

ภาพที่ ข.112 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจากการคำนวณกับเวลา ของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ, เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 กรณีคาบย้อนพินิจ 2.875 ปี ความเข้มข้น  $2.65 \times 10^{-6}$  m/min ค่าปัจจัยลดทอนเท่ากับ 0.6 อัตราการระบายน้ำของเครื่องสูบน้ำ  $33.00 \text{ m}^3/\text{min}$  ประตูระบายน้ำเปิด 0.80 m

ผลต่างระดับน้ำของปมศูนย์กลาง

- $H5_1 - H5_{4320} = -0.145$
- $H6_1 - H6_{4320} = -0.31$
- $H7_1 - H7_{4320} = -0.07$
- $H10_1 - H10_{4320} = 0.182$
- $H11_1 - H11_{4320} = 0.391$
- $H12_1 - H12_{4320} = -0.532$
- $H13_1 - H13_{4320} = 0.084$

ผลต่างระดับน้ำของปมปลาย

- $H1_1 - H1_{4320} = 0$
- $H2_1 - H2_{4320} = 0$
- $H3_1 - H3_{4320} = 0$
- $H4_1 - H4_{4320} = 0$
- $H8_1 - H8_{4320} = 0$
- $H14_1 - H14_{4320} = 0$
- $H20_1 - H20_{4320} = 0$

## ผลต่างระดับน้ำของปมติดตั้งเครื่องสูบน้ำและประตูระบายน้ำ

$$H9_1 - H9_{4320} = 0.319$$

$$H15_1 - H15_{4320} = 0.305$$

$$H16_1 - H16_{4320} = -0.744$$

$$H17_1 - H17_{4320} = -0.032$$

$$H18_1 - H18_{4320} = 0.108$$

$$H19_1 - H19_{4320} = -0.201$$

## ระดับน้ำที่นาที่สุดท้ายของทุกปม

$$H1_{4320} = 3.455$$

$$H2_{4320} = 3.886$$

$$H3_{4320} = 3.241$$

$$H4_{4320} = 3.789$$

$$H5_{4320} = 3.455$$

$$H6_{4320} = 3.49$$

$$H7_{4320} = 3.204$$

$$H8_{4320} = 2.863$$

$$H9_{4320} = 3.518$$

$$H10_{4320} = 3.477$$

$$H11_{4320} = 3.413$$

$$H12_{4320} = 3.419$$

$$H13_{4320} = 3.36$$

$$H14_{4320} = 3.43$$

$$H15_{4320} = 3.478$$

$$H16_{4320} = 3.317$$

$$H17_{4320} = 3.411$$

$$H18_{4320} = 3.36$$

$$H19_{4320} = 3.43$$

$$H20_{4320} = 3.499$$



The seal of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. Below the sun is a central tiered structure. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the university's name in Thai script: "มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์" at the top and "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" at the bottom.

**ภาคผนวก ข**

**แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม Mathcad6.0+ โดยอาศัยสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ  
(Ordinary Differential Equation)วิธี Runge-Kutta**

## หลักการทํางานของโปรแกรม Mathcad6.0+ โดยอาศัยสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary Differential Equation)วิธี Runge-Kutta

### Introduction to the Mathcad advantage

Mathcad is a unique, powerful way to work with equation,number,text,and graphs. Unlike any other math software, Mathcad dose math the same way you do. That's because it looks and works look a scratchpad and pencil. Mathcad's on-screen interface is a blank worksheet on which you can enter equation, graph data or functions, and annotate with text--anywhere on the page. And instead of forcing you to use a programming-like syntax, Mathcad lets you use the language of mathematics.

The only difference is that Mathcad's equation and graphs are live. Change any data, variable, or equation, and Mathcad recalculates the math and redraws the graphs--instantly.

With Mathcad, you can solve a wide range of technical problems--from the simple to the very complex-numerically or symbolically. You can also visualize equions and data with 2-D and 3-D graphing. You can even illustrate your work with graphics taken from another Windows application.

With Mathcad Electronic Books you also get a wealth of mathematical knowledge and reference material--all "live" and ready to be dragged and dropped into your worksheets.

Most important, Mathcad gives you all the power you need to get the job done--from start to finish. With Mathcad you can truly do it all--explore problems, formulate ideas, analyze data, model, test scenarios, select the best solution, then document, present, and communicate the results.

## System requirements for Mathcad 6.0+ programming

The following are hardware and software requirements for installing and running Mathcad6.0+

### 1. Minimum Hardware Requirements

- 1.1 80386 or higher based IBM or compatible(80486 or better recommended)
- 1.2 8 MB of RAM configured as extended memory
- 1.3 20 MB of free disk space for Mathcad files
- 1.4 12 MB of virtual memory
- 1.5 A monitor and graphics card compatible with your operating system
- 1.6 A mouse supported by your operating system
- 1.7 Any printer supported by your operation system
- 1.8 A coprocessor is not required but is recommended
- 1.9 [Optional] Modem or other hardware to facilitate Internet connection

### 2. Software requirements for Mathcad6.0+ programming

You must have one of the following:

- 2.1 MS-DOS or PC-DOS version 3.3 or later and Microsoft Windows version 3.1 or later
- 2.2 Microsoft Windows NT version 3.5 or later
- 2.3 Microsoft Windows 95

Windows 3.1x users must have Microsoft's Win32s libraries,v.1.25.141 or later, to use Mathcad. You have an option to install the Win32s libraries during the setup program.

Windows 3.1x users must have Microsoft's Video for Windows runtime files, v.1.1e or later,to use Mathcad's animation feature and to view animations in the Mathcad tutorial. You have an option to install Video for Windows runtime file during the setup program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Windows NT and Windows 95 users do not require the Win32s libraries or Video for Windows runtime files.)

Use of the Lotus Notes database template intalled with Mathcad6.0 for version control of Mathacad worksheet requires you to have a copy of Lotus Notes 3.x installed. To use the worksheet mailing feature, You must be connected to one of the the following mailing application: Microsoft Mail, cc:Mail, Lotus Notes Mail, or a compatible VIM or MAPI system. To open Mathcad worksheets mailing feature on the Internet, you must have a Winsock 1.1-compliant TCP/IP stack intalled and you must have an Internet connection through a service provider. Consult your service provide or operating system documentation if you have question about your TCP/IP stack. To use the C/C++ programming interface in Mathcad PLUS, you must have one of the following supported 32-bit complier: Microsoft Visual C++(32-bit version) or Microsoft Visual C++ version 2.1 for Windows 95 Symantec C++ Professional version 6.0 or 7.0, Borland 4.0 or 4.5, Watcom C++32 version 9.5 or 10.0.

### 3. System ordinary differential equation

**rkfixed(y,x<sub>1</sub>,x<sub>2</sub>,npoint,D)**

**rkfixed** returns a matrix in which:

- 3.1 The first column contains the paints at which the points at which the solution is evaluated and
- 3.2 The remaining column contains the corresponding values of the solution and it first n-1 derivatives. **rkfixed** uses the fourth order Runge-Kutta method to solve first order differential equations.

#### Arguments:

**y** must be a vector of n initial values.

**x<sub>1</sub>,x<sub>2</sub>** are endpoint of the interval on which the solution to differential equation will be evaluated. Initial values in **y** are the values at **x<sub>1</sub>**

**npoint** is the number of points beyond the initial point at which the solution is to be approximated. This controls the number of rows(1+npoint) in the matrix returned by **rkfixed**

**D** is an n-element vector-valued function containing first derivatives of unknown function.

#### 4. Ordinary differential equation

The example below shows how to use **rkfixed** to evaluate the solution of a second order differential equation at equally spaced point.

$y(0) = 1$  ← solve

$y'' = -y + 2*y$

$y(0) = 3$

$y := \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$  ← Defined initial condition

First derivative



$D(t,y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ -y_1 + 2*y_0 \end{pmatrix}$  ← Second derivative

$Z := rkfixed(y,0,0.5,400,D)$  ← Evaluate solution at 400 points between 0 and 0.5

#### 5. System of ordinary differential equation

The example below shows how to use **rkfixed** to evaluate the solution to the system of differential equation

$x_0' := u*x_0 - x_1 - [(x_0)^2 + (x_1)^2]*x_0$

$x_1' := u*x_1 - x_0 - [(x_0)^2 + (x_1)^2]*x_1$

at equally spaced point.

$$U \equiv -0.2 \quad X \equiv \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \leftarrow \text{Initial condition}$$

$$D(t, x) := \begin{bmatrix} u \cdot x_0 - x_1 - [(x_0)^2 + (x_1)^2] \cdot x_0 \\ u \cdot x_1 + x_0 - [(x_0)^2 + (x_1)^2] \cdot x_1 \end{bmatrix}$$

$$Z := \text{rkfixed}(x, 0, 20, 100, D)$$

$$n := 0 \dots 99$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นาย ธีรชัย ลาสา เกิดเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2513 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี จากสถาบันราชภัฏอุบลราชธานี เมื่อปีการศึกษา พ.ศ.2536 เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ.2536- กันยายน พ.ศ. 2537 ทำงานที่บริษัท ฟินิกซ์ พลัส แอนด์ เพเพอร์ จำกัด ตำแหน่ง Plant chemist แผนก Recovery และเมื่อเดือนกันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2537 ทำงานที่บริษัท อุตสาหกรรมปิโตรเคมีกัลไทย จำกัด ตำแหน่ง Boardman ปัจจุบันเป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมีประยุกต์(เคมีสิ่งแวดล้อม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้