บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลของแบบจำลองสถานการณ์

เมื่อทำการ Run โปรแกรมเสร็จ โปรแกรม Arena จะแสดงผลการ Run ให้อัตโนมัติ โดยผลของการ Run โปรแกรมตามสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

สถานการณ์ที่ 0 (สถานการณ์ปัจจุบัน)

Fly Ash trucks simulation

Replications: 10 Time Units: Hours

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	0.7377	0.03	0.6813	0.7887	0.00	6.4909

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	0.9025	0.04	0.8197	0.9698	0.00	24.0000

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Filling Time	0.8653	0.00	0.8641	0.8659	0.1867	0.9600

ภาพที่ 4-1 แสดงผลของแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 0

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และเมื่อทำการ Run โปรแกรมครบ 10 ครั้ง (ผู้วิจัยเห็นว่าเพียงพอแล้ว แต่ถ้าต้องการให้ผลของแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นควรจะ Run แบบจำลองมากกว่านี้ เพราะในแบบจำลองนี้มีความน่าจะเป็นเข้ามาเกี่ยวข้องในส่วนของเวลาที่รถบรรทุกวิ่งเข้ามาและวิ่งออกไปจาก Dock) มีค่า Half Width เท่ากับ 0.03 (แสดงถึงค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากค่าเฉลี่ยโดยมีค่าความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่าแบบจำลอง นี้มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างมาก (Kelton, 2003) จากสถานการณ์ที่ 0 ค่าเฉลี่ยของจำนวนรถบรรทุกที่รออยู่หน้าโรงงานคือตัวแปร " Seize Dock and Prepare Filling Queue" ซึ่งมีค่า 0.7377 ชั่วโม ง ดังแสดงในภาพที่ 4-1 จากผลการ Run รถบรรทุกที่ใช้เวลารอคอยมากที่สุดคือ 6.49 ชั่วโมง ซึ่งถือว่าเกิดการรอคอยนานมาก และค่าสถิติจาก User Specified ที่สร้างจาก Record Module นั้น มีค่าเฉลี่ยของ Truck Filling Time คือ 0.865 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเวลาในการ Loading น้อยที่สุดคือ 0.864 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ยเวลาในการ Loading มากที่สุดคือ 0.96 ชั่วโมง

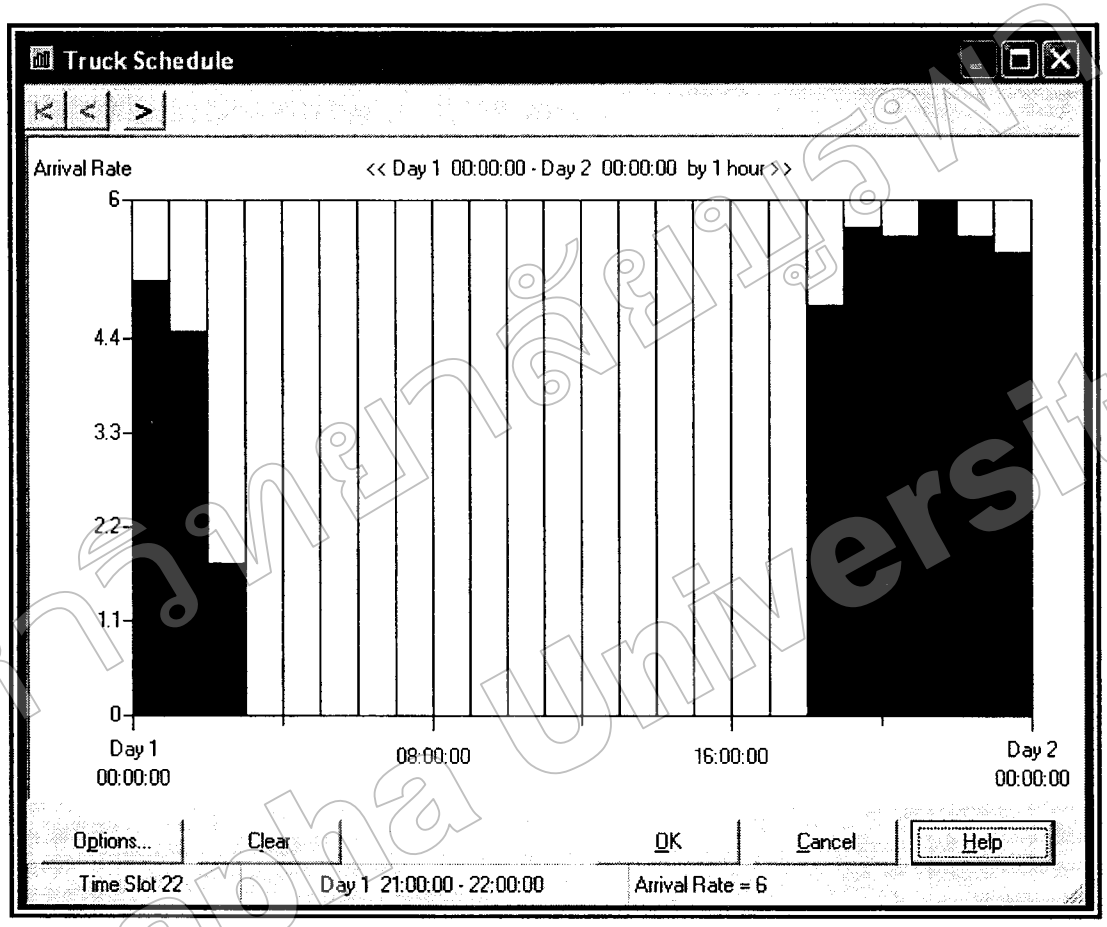
สถานการณ์ที่ 1

ทำการเพิ่มโรงไฟฟ้าอีกหนึ่งโรงโดยปัจจัยอื่นยังเหมือนเดิม โดยการเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้านั้นจะทำให้จำนวนรถบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนแปรผัน ซึ่งทำการเทียบบัญญัติไตรยางค์จากเดิมที่มีโรงไฟฟ้า 2 โรงมีจำนวนรถบรรทุกเฉลี่ยประมาณ 30 คันต่อวัน ดังนั้นเมื่อเพิ่มโรงไฟฟ้าขึ้นอีก 1 โรงจะมีจำนวนรถบรรทุกเพิ่มขึ้นประมาณ 45 คันต่อวัน หรือเพิ่มขึ้น 150% จากนั้นทำการเพิ่มรถบรรทุกจาก Schedule เดิมอีก 150% ทุกชั่วโมงดังแสดงในภาพที่ 4-2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Schedule - Basic Process

	Name	Format Type	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1	Truck Schedule	Duration	Arrival	Hours	1.0	10 rows



ภาพที่ 4-2 แสดงการกำหนด Schedule ใหม่ตามจำนวนรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้น

โดยที่เวลาในการรอคอยและเตรียมการต่าง ๆ อัตราการไหลของขี้เถ้าและจำนวน Dock ยังคงเหมือนเดิม จะได้ผลจากการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพที่ 4-3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	2.5893	0.18	2.5448	2.6734	0.00	11.3561

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	4.8361	0.50	4.7125	5.0664	0.00	37.0000

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Fill Time	0.8653	0.00	0.8641	0.8659	0.1867	0.9600

ภาพที่ 4-3 แสดงผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ของสถานการณ์ที่ 1

จะเห็นว่าผลของแบบจำลองในสถานการณ์ที่ 1 ใช้เวลาการรอคอยเฉลี่ยต่อคันนานมาก คือ 2.59 ชั่วโมง (โปรแกรมจะเริ่มวิเคราะห์เมื่อเกิดการรอคอยขึ้นเท่านั้น) และคิวก็เพิ่มจากสถานการณ์ที่ 0 จาก 0.9 คันเป็น 4.84 คัน ซึ่งจะเห็นว่าถ้าบริษัทไม่ดำเนินการแก้ไขแล้ว อาจจะเกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมามากมายเช่น สร้างปัญหาในการคมนาคมแก่บริษัทใกล้เคียงหรือพนักงานขับรถอาจเกิดความไม่พอใจได้

สถานการณ์ที่ 2

ทำการเพิ่มอัตราการไหลจากเดิม 75 ตัน/ ชั่วโมงเป็น 100 ตัน/ ชั่วโมง โดยทำการเพิ่มจำนวนเครื่องอัดอากาศอีกหนึ่งตัว โดยมีปัจจัยอื่นคือ มีโรงไฟฟ้า 3 โรง เพิ่มจำนวนรถบรรทุกตาม Schedule ใหม่อีก 150% และมีจำนวน Dock 3 แห่ง จะได้ผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ดังภาพที่ 4-4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	1.1358	0.11	1.0863	1.1614	0.00	7.1474

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	2.1144	0.23	2.0073	2.1705	0.00	33.0000

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Fill Time	0.6296	0.01	0.6268	0.6321	0.1400	0.7200

ภาพที่ 4-4 แสดงผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ของสถานการณ์ที่ 2

จะเห็นว่าผลของแบบจำลองในสถานการณ์ที่ 2 ใช้เวลาการรอคอยเฉลี่ยต่อคัน 1.13 ชั่วโมง และมีคิวรถ 2.11 คัน ซึ่งจะเห็นว่าลดลงกว่า 50 % เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 และเวลาในการ Loading ลดลงเป็น 0.63 ชั่วโมง แต่ก็ยังคงยอมรับไม่ได้

สถานการณ์ที่ 3

ทำการเพิ่มจำนวน Dock จากเดิม 3 แห่งเป็น 4 แห่ง โดยปัจจัยอื่น ๆ คือมีโรงไฟฟ้า 3 โรง เพิ่มจำนวนรถบรรทุกตาม Schedule ใหม่อีก 150% อัตราการไหลของขี้เถ้ายังเท่าเดิมคือ 75 ตัน/ ชั่วโมง จะได้ผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพที่ 4-5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	2.3940	0.25	2.2792	2.4712	0.00	11.4239

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	4.4389	0.63	4.1518	4.6240	0.00	37.0000

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Fill Time	1.1341	0.01	1.1310	1.1356	0.1867	1.2800

ภาพที่ 4-5 แสดงผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ของสถานการณ์ที่ 3

จะเห็นว่าผลของแบบจำลองในสถานการณ์ที่ 3 ใช้เวลาการรอคอยเฉลี่ยต่อคัน 2.39 ชั่วโมง และมีคิวรถเฉลี่ย 4.44 คัน ซึ่งจะเห็นว่าไม่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ 1 เลย และเมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 2 จะเห็นว่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน ดังนั้นการเพิ่มจำนวน Dock และเวลาในการ Loading เพิ่มเป็น 1.13 ชั่วโมง (เพราะว่าอัตราการไหลจะถูกแบ่งให้เท่ากันตามจำนวน Dock ที่เพิ่มขึ้น) จึงไม่น่าจะเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหานี้

สถานการณ์ที่ 4

จากการเปรียบเทียบกันระหว่างการเพิ่ม Dock จาก 3 Dock เป็น 4 Dock และการเพิ่มอัตราการไหลของขี้เถ้าถ่านหินนั้นจะเห็นว่า การเพิ่มอัตราการไหลจะทำให้จำนวนคิวรถบรรทุกที่รออยู่หน้าโรงงานนั้นมีจำนวนน้อยกว่าการเพิ่ม Dock ดังนั้นจึงทำการจำลองสถานการณ์โดยเพิ่มอัตราการไหลของขี้เถ้าจาก 100 ตัน/ ชั่วโมงเป็น 125 ตัน/ ชั่วโมง โดยการเพิ่มเครื่องอัดอากาศจาก 1 ตัว เป็น 2 ตัว โดยที่จำนวน Dock ยังเท่าเดิมคือ 3 Dock จะได้ผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ดังภาพที่ 4-6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	0.4320	0.04	0.4188	0.4510	0.00	3.6339

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	0.8003	0.08	0.7751	0.8372	0.00	22.0000

User Specified

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Fill Time	0.4661	0.00	0.4652	0.4678	0.1120	0.5760

ภาพที่ 4-6 แสดงผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ของสถานการณ์ที่ 4

จะเห็นว่าผลของแบบจำลองในสถานการณ์ที่ 4 ใช้เวลาการรอคอยเฉลี่ยต่อคัน 0.43 ชั่วโมง และมีคิวรถเฉลี่ย 0.8 คัน ซึ่งจะเห็นว่าเวลาในการรอคอยลดลงกว่าสถานการณ์ปัจจุบัน และคิวที่เกิดขึ้นก็ใกล้เคียงกับสถานการปัจจุบันมาก ทำให้การแก้ปัญหาโดยการเพิ่มอัตราการไหลจาก 75 ตัน/ ชั่วโมงเป็น 125 ตัน/ ชั่วโมง และเวลาในการ Loading ลดลงเป็น 0.46 ชั่วโมง จึงน่าจะเป็นทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์

	สถานการณ์ที่ 0	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3	สถานการณ์ที่ 4
จำนวนโรงไฟฟ้า	2	3	3	3	3
อัตราการไหล (ตันต่อชั่วโมง)	75	75	100	75	125
จำนวน Dock	3	3	3	4	3
จำนวนเครื่องอัดอากาศที่เพิ่มขึ้น	-	-	1	-	2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองตามสถานการณ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองตามสถานการณ์ต่าง ๆ

	สถานการณ์ที่ 0	สถานการณ์ที่ 1	สถานการณ์ที่ 2	สถานการณ์ที่ 3	สถานการณ์ที่ 4
เวลาในการรอคอย/ คัน					
ค่าเฉลี่ย (ชั่วโมง)	0.73	2.59	1.13	2.39	0.43
ค่าสูงสุด (ชั่วโมง)	6.49	11.36	7.14	11.42	3.63
จำนวนรถที่รอ					
ค่าเฉลี่ย (คัน)	0.9	4.84	2.11	4.44	0.8
ค่าสูงสุด (คัน)	24	37	33	37	22
เวลาในการ Loading/ คัน					
ค่าเฉลี่ย (ชั่วโมง)	0.86	0.86	0.63	1.13	0.47
ค่าสูงสุด (ชั่วโมง)	0.96	0.96	0.72	1.28	0.58
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	-	-	3,000,000	4,000,000	6,000,000

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากตัวแปร 2 ตัวคือจำนวน Dock และ อัตราการไหลนั้นแม้ว่าผลของแบบจำลองนั้น การแก้ปัญหาโดยการเพิ่มอัตราไหลนั้นจะดีกว่า แต่ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของตัวแปรทั้ง 2 ค่อนข้างต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยจึงได้เพิ่มการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร โดยลองเพิ่มจำนวน Dock จาก 4 Dock ในสถานการณ์ที่ 3 เป็น 5 Dock โดยใช้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่มขึ้นเป็น 7,000,000 บาท ซึ่งจะเห็นว่าใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ 4 ที่ใช้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนประมาณ 6,000,000 บาท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้บริหารได้ง่ายขึ้น โดยผลของการเพิ่ม Dock เป็น 5 Dock โดยที่ปัจจัยอื่น ๆ คือมีโรงไฟฟ้า 3 โรง เพิ่มจำนวนรถบรรทุกตาม Schedule ใหม่อีก 150% อัตราการไหลของขี้เถ้ายังเท่าเดิมคือ 75 ตัน/ ชั่วโมง โดยกำหนดเป็นสถานการณ์ที่ 5 จะได้ผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพที่ 4- 7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	2.3184	0.15	2.2600	2.3801	0.00	10.3201

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Seize Dock and Prepare for Filling.Queue	4.3404	0.36	4.1935	4.4872	0.00	34.0000

Tally

Expression	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Truck Fill Time	1.3993	0.02	1.3940	1.4063	0.1867	1.6000

ภาพที่ 4-7 แสดงผลการ Run แบบจำลองสถานการณ์ ของสถานการณ์ที่ 5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองตามสถานการณ์ที่ 4 กับ 5

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลของแบบจำลองตามสถานการณ์ที่ 4 กับ 5

	สถานการณ์ที่ 4	สถานการณ์ที่ 5
เวลาในการรอคอยต่อคัน		
ค่าเฉลี่ย (ชั่วโมง)	0.43	2.31
ค่าสูงสุด (ชั่วโมง)	3.63	10.32
จำนวนรถที่รอ		
ค่าเฉลี่ย (คัน)	0.8	4.3
ค่าสูงสุด (คัน)	22	34
เวลาในการ Loading ต่อคัน		
ค่าเฉลี่ย (ชั่วโมง)	0.47	1.39
ค่าสูงสุด (ชั่วโมง)	0.58	1.6
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)	6,000,000	7,000,000

จะเห็นว่าจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรโดยเปรียบเทียบทางด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ใกล้เคียงกันพบว่า การเพิ่มอัตราไหลตามสถานการณ์ที่ 4 นั้นดีกว่าอย่างเห็นได้ชัดจากปริมาณคิวที่น้อยกว่าคือ 0.8 คัน เมื่อเทียบกับผลของสถานการณ์ที่ 5 คือ 4.3 คัน และค่าใช้จ่ายยังน้อยกว่าอีกด้วย ส่วนเวลาที่ใช้ในการ Loading ก็ต่างกันมากคือ ตามสถานการณ์ที่ 4 ใช้เวลาในการ Loading 0.47 ชั่วโมงส่วนสถานการณ์ที่ 5 นั้นใช้เวลา 1.39 ชั่วโมง โดยเห็นว่าการเพิ่ม Dock เป็น 5 Dock นั้น ระยะเวลาในการรอและคิวของรถบรรทุกนั้นแทบไม่แตกต่างจากสถานการณ์ที่ 1 มากนัก (เพราะแม้ว่าจะเพิ่มจำนวน Dock มากขึ้นก็ตามแต่อัตราการไหลจะถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กันตามจำนวน Dock ให้เวลาในการ Loading เพิ่มขึ้นตามไปด้วย)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากผลการเปรียบเทียบสรุปได้ว่าควรทำการเลือกสถานการณ์ที่ 4 คือเพิ่มอัตราการไหลของขี้เถ้าถ่านหินจากเดิม 75 ตัน/ ชั่วโมง เป็น 125 ตัน/ ชั่วโมง โดยทำการเพิ่มจำนวนเครื่องอัดอากาศเพิ่มขึ้นอีก 2 เครื่อง โดยสามารถลดเวลาในการรอคอยเฉลี่ยของรถบรรทุกลงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 0.43 ชั่วโมง (เพราะอัตราการไหลในแต่ละ Dock เพิ่มมากขึ้น) และลดจำนวนรถบรรทุกเฉลี่ยที่รออยู่หน้าโรงงานลงเหลือ 0.8 คัน โดยใช้เงินลงทุนประมาณ 6,000,000 บาท ในการซื้อเครื่องอัดอากาศเพิ่มอีก 2 ตัว อย่างไรก็ตาม การเพิ่มเครื่องอัดอากาศจะทำให้ความดันในระบบสูงขึ้นอาจทำให้ท่อไม่สามารถทนต่อความดันได้หรืออาจทำให้อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้รับความเสียหาย จนเกิดค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาสูงตามไปด้วย ดังนั้นก่อนการลงทุนควรตรวจสอบค่าความดันว่าอยู่ในเกณฑ์ที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทนได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University