

บทที่ 4

การพัฒนาโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย

4.1 บทนำ

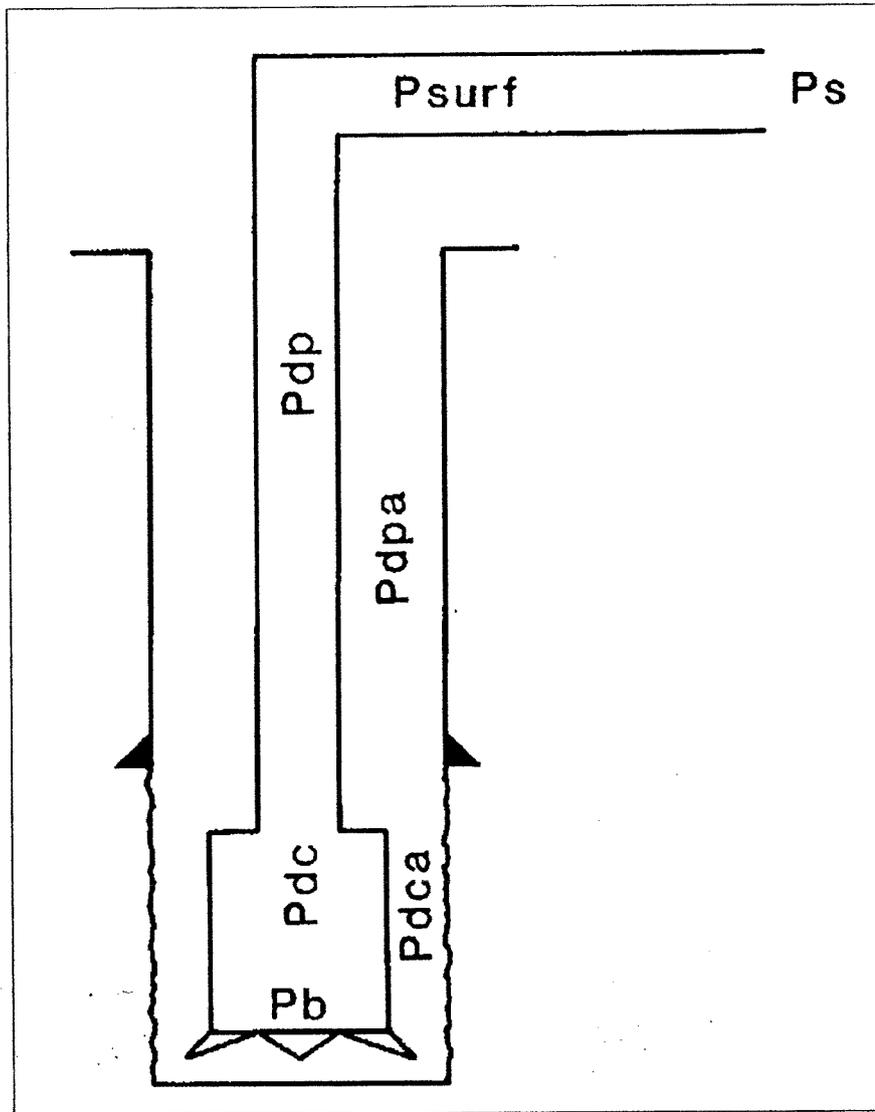
เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ปัญหา ฟังก์ชันภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม และการทดสอบโปรแกรม

4.2 วิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนแรกของการพัฒนาโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย คือการอธิบายปัญหา รายละเอียด วิธีการแก้ปัญหา กระบวนการ และผลลัพธ์ ดังนี้

4.2.1 สิ่งที่ต้องการ

พัฒนาโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย ซึ่งในที่นี้ใช้ชื่อว่า PRE_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) โดยใช้ภาษา Microsoft Visual Basic Version 6 ประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ คือ ความเร็วของน้ำโคลนบริเวณก้านเจาะ ความดันสูญเสียบริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Drill Pipe No.1 and 2) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Annulus of Drill Pipe No.1 and 2) ผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมด และกำลังเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังรวมถึง การออกแบบอัตราการผลิตน้ำมันโคลนและขนาดรูดพื้นน้ำโคลนที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.1



$$\Delta P_T = P_s + P_{surf} + P_{dp} + P_{dc} + P_b + P_{dca} + P_{dpa}$$

รูปที่ 4.1 การสูญเสียความดัน ณ จุดต่างๆ ภายในการเจาะหลุมปิโตรเลียม

4.2.2 การแสดงผล

- แสดงรายละเอียดและผลลัพธ์ของความเร็วของน้ำโคลนบริเวณก้านเจาะ ความดันสูญเสียบริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Drill Pipe No.1 and 2) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus

of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Annulus of Drill Pipe No.1 and 2) ผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมด และกำลังเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังรวมถึง การออกแบบอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลนและขนาดรูนน้ำโคลนที่เหมาะสมที่สุด

- สามารถบันทึกและพิมพ์ในรูปของข้อมูลและเอกสาร เพื่อทำการศึกษาวเคราะห์และเปรียบเทียบได้
- หน้าหลักของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ซึ่งได้แก่ ส่วนของข้อมูลนำเข้าและส่วนของข้อมูลผลลัพธ์ ตามรูปที่ 4.2
- ในแต่ละ โปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) จะถูกพัฒนาและประกอบด้วย 3 ระบบการทำงาน ในแต่ละระบบการทำงานถูกแสดงและอธิบายโดยใช้สีตามตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

1. Drilling Fluid Properties 1.1 Mud Density, ppg 1.2 Plastic Viscosity, cp 1.3 Bingham Yield Value, lbs/100 ft ²		1. Standpipe Pressure Losses, psi 2. Hose Pressure Losses, psi 3. Swivel Pressure Losses, psi 4. Kelly Pressure Losses, psi 5. No.1 Drill Pipe Pressure Losses, psi 6. No.2 Drill Pipe Pressure Losses, psi 7. Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi 8. Drill Collar Pressure Losses, psi 9. Bit Pressure Losses, psi 10. Annulus Drill Collar Pressure Losses, psi 11. Annulus Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi 12. No.2 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi 13. No.1 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi 14. Total Pressure Losses, psi 15. Hydraulic 15.1 Horsepower Method, hp 15.2 Impact Force Method, lb 16. Equivalent Circulating Density for the Well, ppg 17. Average Pressure Losses Gradient, psi/ft																														
2. Drill String Properties 2.1 Class of Surface Equipment (Length, ft and Diameter, inch) <table border="1"> <tr> <th>Type</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Standpipe</td> <td>40/3</td> <td>40/3.5</td> <td>45/4</td> <td>45/4</td> </tr> <tr> <td>Hose</td> <td>45/2</td> <td>55/2.5</td> <td>55/3</td> <td>55/3</td> </tr> <tr> <td>Swivel</td> <td>20/2</td> <td>25/2.5</td> <td>22/2.25</td> <td>30/3</td> </tr> <tr> <td>Kelly</td> <td>40/2.25</td> <td>40/3.25</td> <td>40/3.25</td> <td>40/4</td> </tr> </table> 2.2 No.1 of Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.3 No.2 of Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.4 Heavy Weight Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.5 Drill Collar Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.6 Nozzle Size, n/32 (3)		Type	1	2	3	4	Standpipe	40/3	40/3.5	45/4	45/4	Hose	45/2	55/2.5	55/3	55/3	Swivel	20/2	25/2.5	22/2.25	30/3	Kelly	40/2.25	40/3.25	40/3.25	40/4	Depth, ft Circulating Pressure Losses, psi Bit Pressure Losses, psi Circulation Rate, gpm Nozzle Size, n/32 HP/in ² IF/in ² Allowable Maximum Release Trip No Trip No Trip					
Type	1	2	3	4																												
Standpipe	40/3	40/3.5	45/4	45/4																												
Hose	45/2	55/2.5	55/3	55/3																												
Swivel	20/2	25/2.5	22/2.25	30/3																												
Kelly	40/2.25	40/3.25	40/3.25	40/4																												
3. Other 3.1 Hole's Diameter, inch 3.2 Circulation Rate, gpm 3.3 Number of Pump 3.4 Output per Stroke, gpm 3.5 Maximum Pump Speed, spm		<table border="1"> <tr> <th>Check Input</th> <th>Analyzing Class 1</th> <th>Analyzing Class 2</th> <th>Analyzing Class 3</th> <th>Analyzing Class 4</th> <th>Flowchart</th> </tr> <tr> <td>Design</td> <td>Save & Print Class 1</td> <td>Save & Print Class 2</td> <td>Save & Print Class 3</td> <td>Save & Print Class 4</td> <td>Go to Drill String Design</td> </tr> </table>						Check Input	Analyzing Class 1	Analyzing Class 2	Analyzing Class 3	Analyzing Class 4	Flowchart	Design	Save & Print Class 1	Save & Print Class 2	Save & Print Class 3	Save & Print Class 4	Go to Drill String Design													
Check Input	Analyzing Class 1	Analyzing Class 2	Analyzing Class 3	Analyzing Class 4	Flowchart																											
Design	Save & Print Class 1	Save & Print Class 2	Save & Print Class 3	Save & Print Class 4	Go to Drill String Design																											

รูปที่ 4.2 หน้าหลักโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Annulus of Drill Pipe No.1 and 2) ผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมด และกำลังเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังรวมถึง การออกแบบอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลนและขนาดรพ่นน้ำโคลนที่เหมาะสมที่สุด

- สามารถบันทึกและพิมพ์ในรูปแบบของข้อมูลและเอกสาร เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบได้
- หน้าหลักของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ซึ่งได้แก่ ส่วนของข้อมูลนำเข้าและส่วนของข้อมูลผลลัพธ์ ตามรูปที่ 4.2
- ในแต่ละโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) จะถูกพัฒนาและประกอบด้วย 3 ระบบการทำงาน ในแต่ละระบบการทำงานถูกแสดงและอธิบายโดยใช้สีตามตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

1. Drilling Fluid Properties 1.1 Mud Density, ppg 1.2 Plastic Viscosity, cp 1.3 Bingham Yield Value, lbs/100 ft ²		1. Standpipe Pressure Losses, psi 2. Hole Pressure Losses, psi 3. Swivel Pressure Losses, psi 4. Kelly Pressure Losses, psi 5. No.1 Drill Pipe Pressure Losses, psi 6. No.2 Drill Pipe Pressure Losses, psi 7. Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi 8. Drill Collar Pressure Losses, psi 9. Bit Pressure Losses, psi 10. Annulus Drill Collar Pressure Losses, psi 11. Annulus Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi 12. No.2 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi 13. No.1 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi 14. Total Pressure Losses, psi 15. Hydraulic 15.1 Horsepower Method, hp 15.2 Impact Force Method, lb 16. Equivalent Circulating Density for the Well, ppg 17. Average Pressure Losses Gradient, psi/ft																																			
2. Drill String Properties 2.1 Class of Surface Equipment (Length, ft and Diameter, inch) <table border="1"> <tr> <th>Type</th> <th colspan="4">Class</th> </tr> <tr> <td></td> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Standpipe</td> <td>40/3</td> <td>40/3.5</td> <td>45/4</td> <td>45/4</td> </tr> <tr> <td>Hose</td> <td>45/2</td> <td>55/2.5</td> <td>55/3</td> <td>55/3</td> </tr> <tr> <td>Swivel</td> <td>20/2</td> <td>25/2.5</td> <td>22/2.25</td> <td>30/3</td> </tr> <tr> <td>Kelly</td> <td>40/2.25</td> <td>40/3.25</td> <td>40/3.25</td> <td>40/4</td> </tr> </table> 2.2 No.1 of Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.3 No.2 of Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.4 Heavy Weight Drill Pipe Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.5 Drill Collar Length, ft Diameter (Inside and Outside), inch 2.6 Nozzle Size, n/32 (3)		Type	Class					1	2	3	4	Standpipe	40/3	40/3.5	45/4	45/4	Hose	45/2	55/2.5	55/3	55/3	Swivel	20/2	25/2.5	22/2.25	30/3	Kelly	40/2.25	40/3.25	40/3.25	40/4	Depth, ft Circulating Pressure Losses, psi Bit Pressure Losses, psi Circulation Rate, gpm Nozzle Size, n/32 IHP/in ² IF/in ² Allowable Maximum					
Type	Class																																				
	1	2	3	4																																	
Standpipe	40/3	40/3.5	45/4	45/4																																	
Hose	45/2	55/2.5	55/3	55/3																																	
Swivel	20/2	25/2.5	22/2.25	30/3																																	
Kelly	40/2.25	40/3.25	40/3.25	40/4																																	
3. Other 3.1 Hole's Diameter, inch 3.2 Circulation Rate, gpm 3.3 Number of Pump 3.4 Output per Stroke, gpa 3.5 Maximum Pump Speed, rpm		<table border="1"> <tr> <th>Check Input</th> <th>Annulosity Class 1</th> <th>Annulosity Class 2</th> <th>Annulosity Class 3</th> <th>Annulosity Class 4</th> <th>Flowchart</th> </tr> <tr> <td>Design</td> <td>Save & Print Class 1</td> <td>Save & Print Class 2</td> <td>Save & Print Class 3</td> <td>Save & Print Class 4</td> <td>Go to Drill String Design</td> </tr> </table>						Check Input	Annulosity Class 1	Annulosity Class 2	Annulosity Class 3	Annulosity Class 4	Flowchart	Design	Save & Print Class 1	Save & Print Class 2	Save & Print Class 3	Save & Print Class 4	Go to Drill String Design																		
Check Input	Annulosity Class 1	Annulosity Class 2	Annulosity Class 3	Annulosity Class 4	Flowchart																																
Design	Save & Print Class 1	Save & Print Class 2	Save & Print Class 3	Save & Print Class 4	Go to Drill String Design																																

รูปที่ 4.2 หน้าหลักโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ต้องการพื้นฐานของโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียดังกล่าว
เครื่องชนิดในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

ลำดับ	ข้อมูลนำเข้า	หน่วย	การประกาศตัวแปร
1.	คุณสมบัติน้ำโคลน		
1.1	ความหนาแน่น	ปอนด์ ต่อ แกลลอน	md
1.2	ความหนืดในสถานะพลาสติก	เซนติพอยซ์	pv
1.3	จุดครากของบรินแฮมปี	ปอนด์ ต่อ 1000 ตารางฟุต	Yp
2.	คุณสมบัติ Drill String		
2.1	ก้านเจาะลำดับที่ 1		
2.1.1	ความยาว	ฟุต	lp1
2.1.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	dp1
2.1.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	dop1
2.2	ก้านเจาะลำดับที่ 2		
2.2.1	ความยาว	ฟุต	lp2
2.2.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	dp2
2.2.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	dop2
2.3	ก้านเจาะหนัก		
2.3.1	ความยาว	ฟุต	lhw
2.3.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	dhw
2.3.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	dohw
2.4	ก้านเจาะผนังหนาและหนัก		
2.4.1	ความยาว	ฟุต	lc
2.4.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	dc
2.4.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	doc
2.5	ขนาดรูนน้ำโคลน	x/32	n1, n2, n3
3.	อื่นๆ		
3.1	เส้นผ่านศูนย์กลางหลุมเจาะ	นิ้ว	dh
3.2	อัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน	แกลลอน ต่อ นาที	cr
3.3	จำนวนปั๊ม	--	hp
3.4	Out put per stroke	แกลลอน ต่อ stroke	ops
3.5	ความเร็วปั๊มสูงสุด	Stroke ต่อ นาที	mps

4.2.4 ขั้นตอนการใช้ออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

- ก. ผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลที่ต้องการพื้นฐานอย่างระมัดระวังในกรอบสี่เหลี่ยม
- ข. กด Check Input ถ้าโปรแกรมแสดงกล่องข้อความ “Clear and go to design” แต่ถ้าไม่แสดงให้ผู้ใช้กลับไปตรวจสอบการป้อนข้อมูลว่า ไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่
- ค. กด Design แล้วโปรแกรมจะทำการประมวลรายละเอียดและผลลัพธ์ของความเร็วของน้ำโคลนบริเวณก้านเจาะ ความดันสูญเสียบริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Drill Pipe No.1 and 2) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Annulus of Drill Pipe No.1 and 2) ผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมด และกำลังเครื่องยนต์
- ง. กด Analyzing class I, II, III, and IV เพื่อทำการวิเคราะห์หาระดับความลึกความดันสูญเสียหมุนเวียน (Circulating pressure losses) ความดันสูญเสียหัวเจาะ (Bit pressure losses) อัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน (Circulation rate) ขนาดรูพ่นน้ำโคลน (Nozzle size) แรงม้ากระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว และแรงกระแทกกระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว ในช่วงก่อนการเจาะ ช่วงที่พิจารณาด้วยวิธี Horsepower ช่วงที่พิจารณาด้วยวิธี Impact force และการพิจารณาค่าเป็นไปได้อย่างสูงสุดในการเจาะทั้งในส่วน of ค่าอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน (Circulation rate) ขนาดรูพ่นน้ำโคลน (Nozzle size) แรงม้ากระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว และแรงกระแทกกระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว
- จ. ผู้ใช้สามารถบันทึกและพิมพ์ข้อมูลทั้งในส่วนของการป้อนข้อมูลและการแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบของ File และงานเอกสาร โดยกดปุ่ม Save & Print
- ฉ. ถ้าผู้ใช้ต้องการล้างหน้าจอ สามารถกดปุ่ม Clear ได้
- ช. ถ้าผู้ใช้ต้องการออกแบบ Drill string สามารถกดปุ่ม Go to Drill String Design.

4.3 ผังงาน

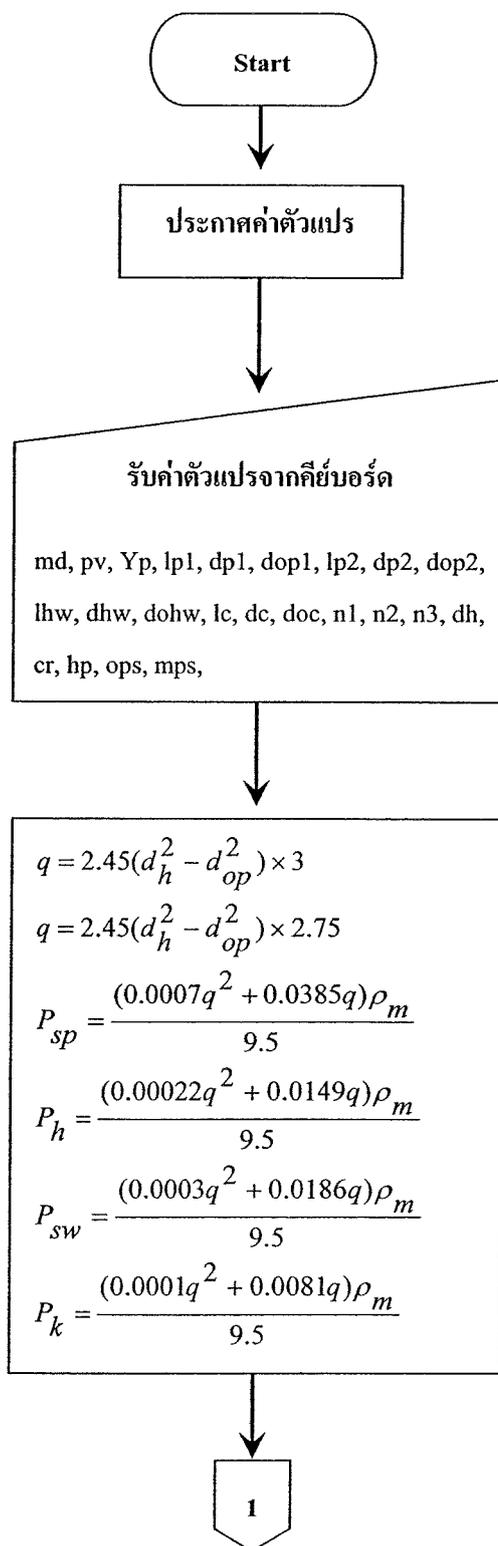
การพัฒนาโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการวางแผนลำดับงานเพื่อให้เข้าใจระบบการประมวลผลของโปรแกรม ดังนั้น กระบวนการเหล่านี้จะถูกอธิบายในรูปของผังงานที่ต้องประกอบไปด้วยการป้อนข้อมูล การตรวจสอบข้อมูลที่นำเข้า การคำนวณ การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และการแสดงผล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3 ผังงานของโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) นี้จะประกอบไปด้วยตัวแปรของข้อมูลที่ใช้ป้อนและแสดงผล, สมการและฐานข้อมูล ซึ่งเป็นไปตามตารางที่ 4.3

4.4 โปรแกรม

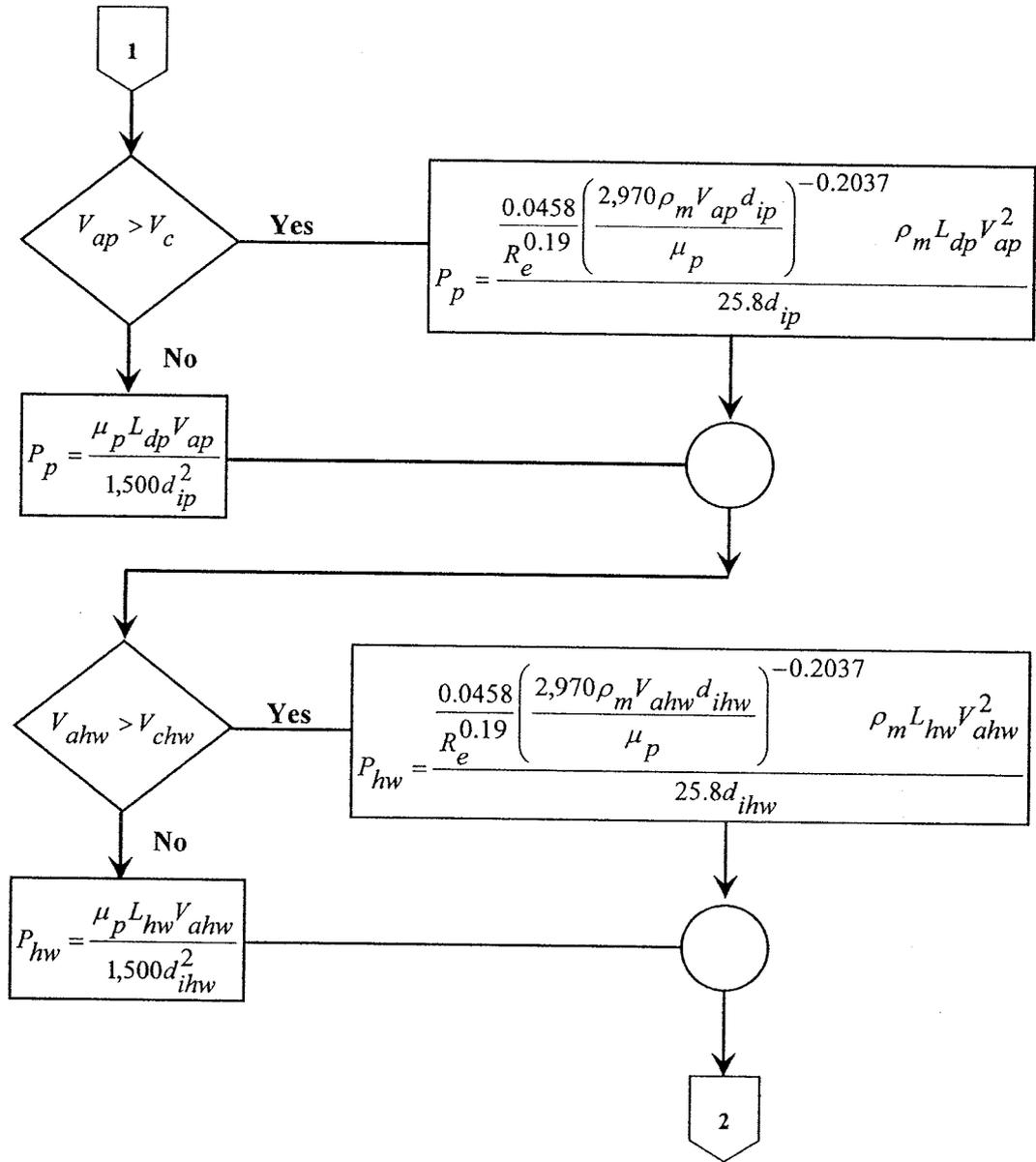
หลังจากการวิเคราะห์ปัญหา และเขียนแผนผังงานแล้วเสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) ให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้โดยใช้ภาษา Microsoft Visual Basic Version 6 ซึ่งมีรายละเอียดในภาคผนวก ข ประกอบด้วยสัญลักษณ์ แผนผังงาน และ Source Code ของโปรแกรม PRE_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well)

4.5 การทดสอบโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

การทดสอบนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) ที่พัฒนาขึ้น และการคำนวณด้วยเครื่องคำนวณ โดยพบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นที่น่าพอใจ โดยแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.4 นอกจากนี้ยังแสดงผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) และการคำนวณด้วยเครื่องคำนวณ สำหรับ Class I ในตารางที่ 4.5 โดยผลลัพธ์ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญนั้น เกิดจากการคำนวณและออกแบบจำเป็นต้องใช้ตัวแปรบางตัวจากกราฟ ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมผู้วิจัยได้วิเคราะห์เส้นกราฟเหล่านั้นออกมาในรูปแบบของสมการ แต่ในการคำนวณด้วยเครื่องคำนวณนั้นผู้วิจัยพิจารณาจากกราฟเองโดยตรงทำให้ในการเลือกค่าที่ใช้ในการคำนวณและออกแบบมีความแตกต่างกันบ้างในบางกรณี



รูปที่ 4.3 แผนผังงาน โปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องขนัต้ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)



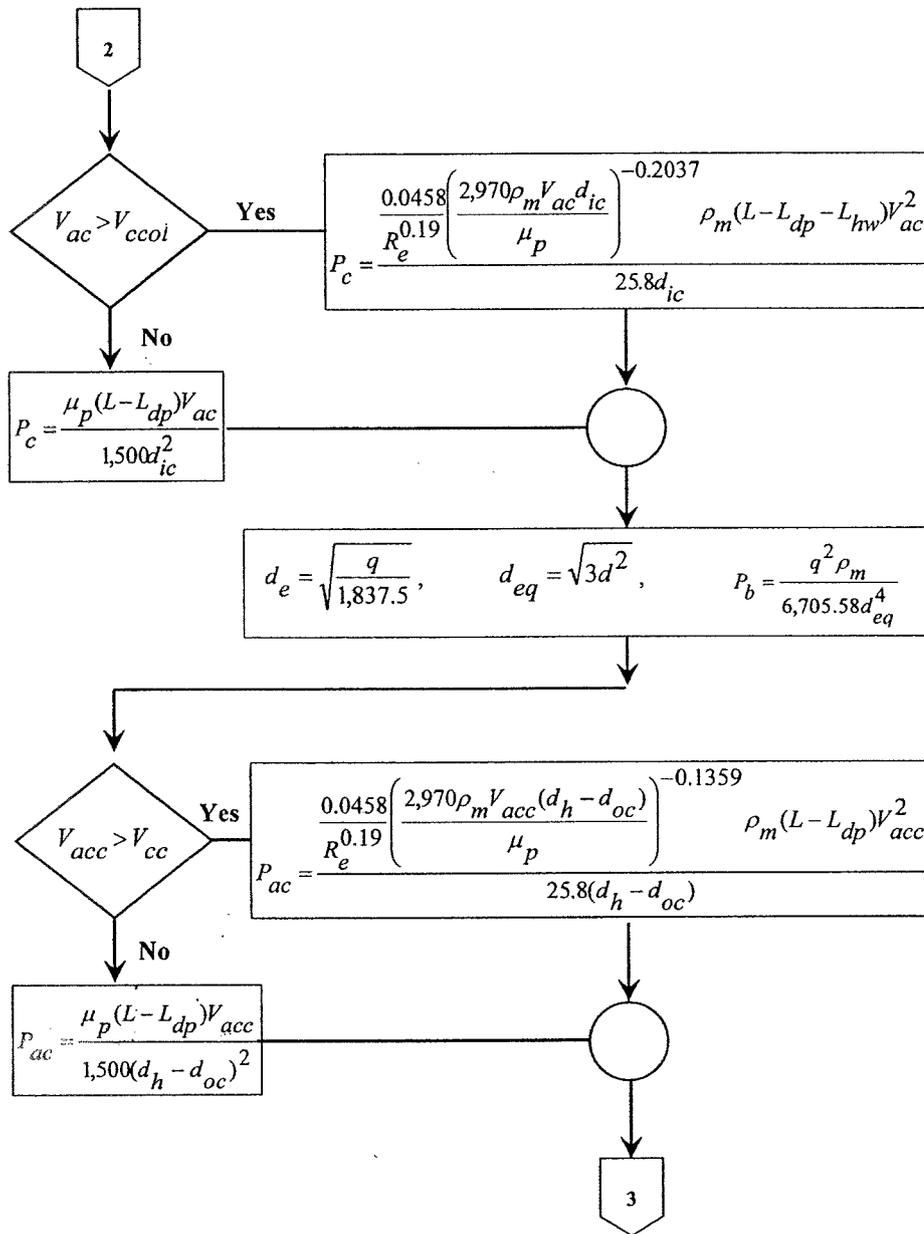
$$V_{ap} = \frac{q}{2.45d_{ip}^2}$$

$$V_{ahw} = \frac{q}{2.45d_{ihw}^2}$$

$$V_c = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m d_{ip}^2 Y_p})}{\rho_m d_{ip}}$$

$$V_{chw} = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m d_{ihw}^2 Y_p})}{\rho_m d_{ihw}}$$

รูปที่ 4.3 แผนผังงาน โปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) (ต่อ)



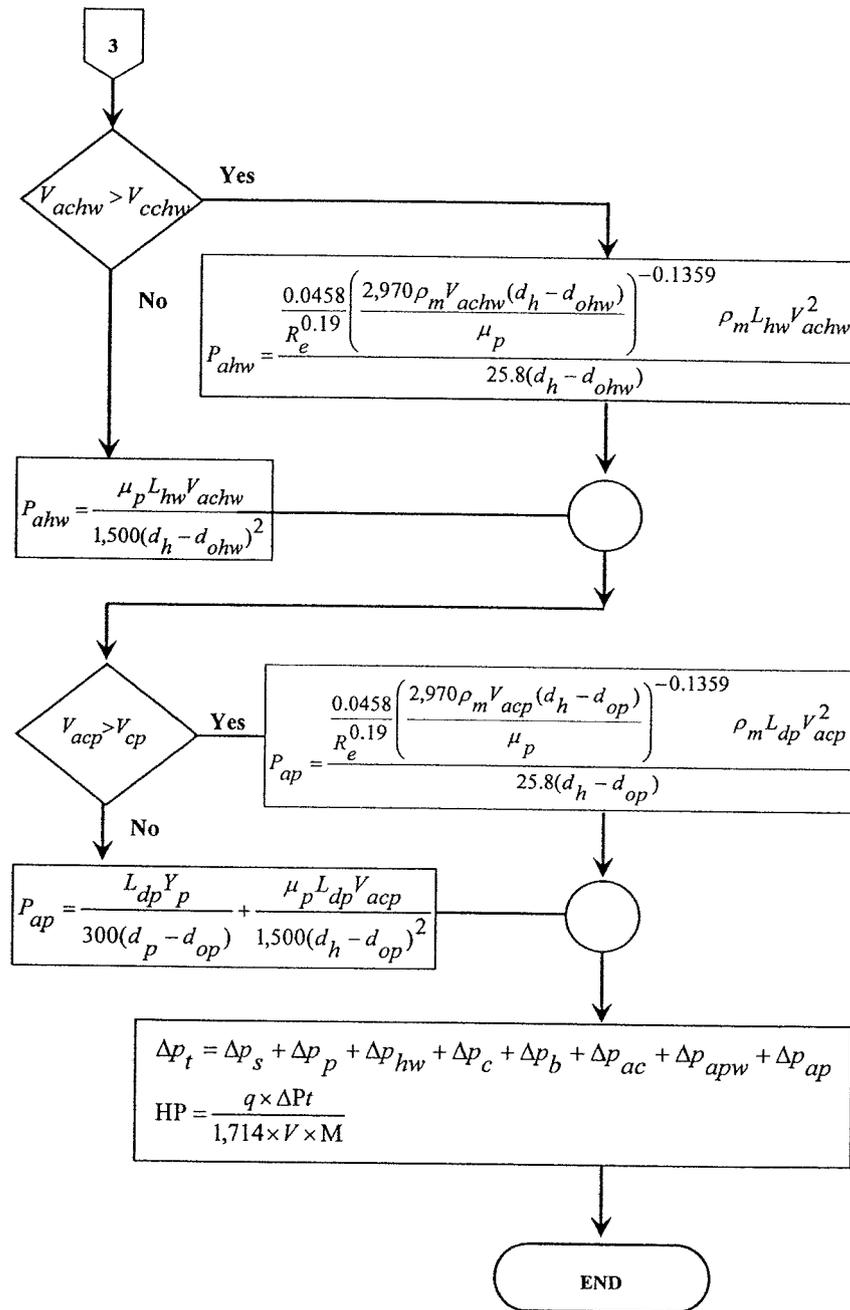
$$V_{ac} = \frac{q}{2.45d_{ic}^2}$$

$$V_{acc} = \frac{q}{2.45(d_h^2 - d_{oc}^2)}$$

$$V_{ccol} = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m d_{ic}^2 Y_p})}{\rho_m d_{ic}}$$

$$V_{cc} = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m (d_h - d_{oc})^2 Y_p})}{\rho_m (d_h - d_{oc})}$$

รูปที่ 4.3 แผนผังงานโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) (ต่อ)



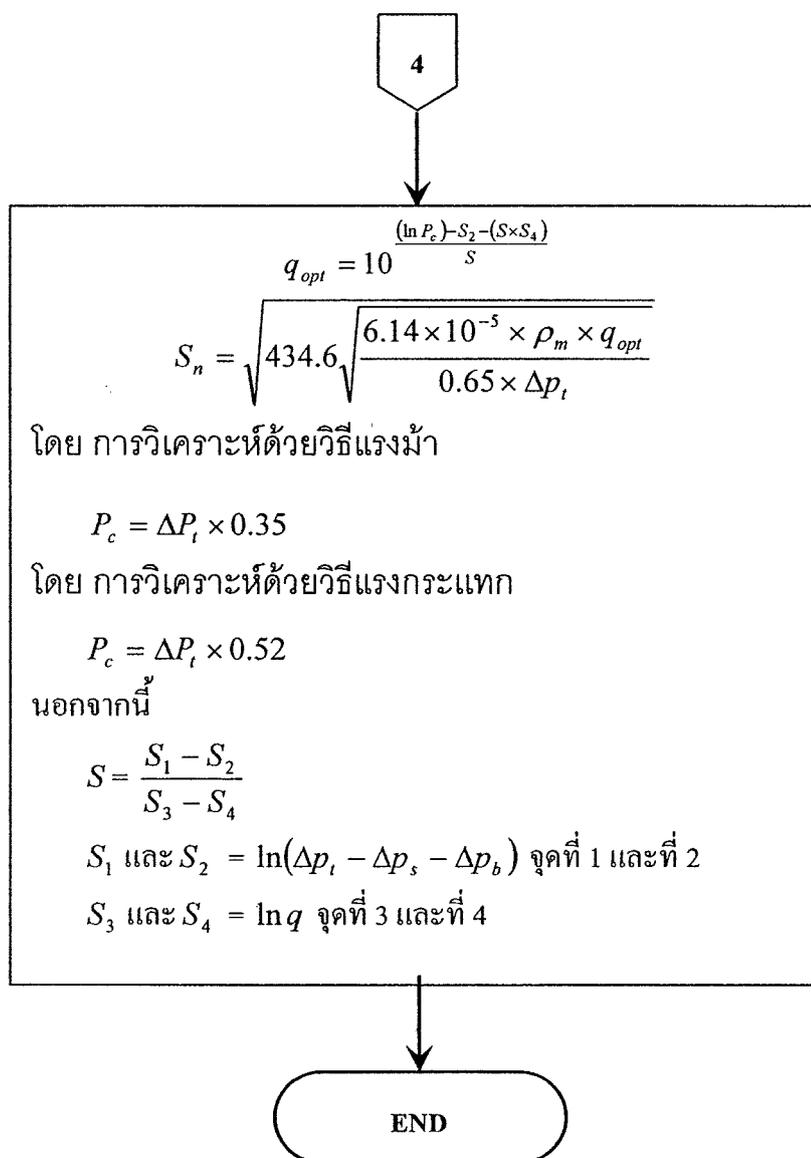
$$V_{achw} = \frac{q}{2.45(d_h^2 - d_{ohw}^2)}$$

$$V_{cchw} = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m(d_h - d_{ohw})^2}Y_p)}{\rho_m(d_h - d_{ohw})}$$

$$V_{acp} = \frac{q}{2.45(d_h^2 - d_{op}^2)}$$

$$V_{cp} = \frac{(1.08\mu_p + 1.08\sqrt{\mu_p^2 + 9.3\rho_m(d_h - d_{op})^2}Y_p)}{\rho_m(d_h - d_{op})}$$

รูปที่ 4.3 แผนผังงาน โปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องขนัตในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) (ต่อ)



รูปที่ 4.3 แผนผังงานโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) (ต่อ)

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับการทำงานของโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

รูปแบบ	จำนวนข้อมูล	หมายเหตุ
การป้อนข้อมูล	18	ตารางที่ 4.2 ข้อมูลที่ต้องการพื้นฐานของโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)
สมการ	34	บทที่ 3 การออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียม
ฐานข้อมูล	14	บทที่ 3 การออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียม
การแสดงผล	11	หัวข้อ 4.2.2 การแสดงผล

The screenshot displays the 'Pressure Losses' software interface, divided into input parameters on the left and calculated results on the right.

1. Drilling Fluid Properties

- 1.1 Mud Density, ppg: 15
- 1.2 Plastic Viscosity, cp: 29
- 1.3 Bingham Yield Valve, lbs/100 ft²: 12

2. Drill String Properties

2.1 Class of Surface Equipment (Length, ft and Diameter, inch)

Type	Class	1	2	3	4
Standpipe		40/3	40/3.5	45/4	45/4
Hose		45/2	55/2.5	55/3	55/3
Swivel		20/2	25/2.5	22/2.25	30/3
Kelly		40/2.25	40/3.25	40/3.25	40/4

2.2 No.1 of Drill Pipe

- Length, ft: 16375
- Diameter (Inside and Outside), inch: 2.502 3.5

2.3 No.2 of Drill Pipe

- Length, ft: 0
- Diameter (Inside and Outside), inch:

2.4 Heavy Weight Drill Pipe

- Length, ft: 0
- Diameter (Inside and Outside), inch:

2.5 Drill Collar

- Length, ft: 818
- Diameter (Inside and Outside), inch: 1.5 4.5

2.5 Nozzle Size, x/32 (3): 11 11 12

3. Other

- 3.1 Hole's Diameter, inch: 6.5
- 3.2 Circulation Rate, gpm: 147
- 3.3 Number of Pump: 1
- 3.4 Output per Stroke, gps: 3
- 3.5 Maximum Pump Speed, rpm: 110

Calculated Results:

Item	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4
1. Standpipe Pressure Losses, psi	2	1	1	1
2. Hose Pressure Losses, psi	17	7	3	3
3. Swivel Pressure Losses, psi	8	3	3	2
4. Kelly Pressure Losses, psi	9	1	1	1
5. No.1 Drill Pipe Pressure Losses, psi	2134	2134	2134	2134
6. No.2 Drill Pipe Pressure Losses, psi	0	0	0	0
7. Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi	0	0	0	0
8. Drill Collar Pressure Losses, psi	1262	1262	1262	1262
9. Bit Pressure Losses, psi	338	338	338	338
10. Annulus Drill Collar Pressure Losses, psi	29	29	29	29
11. Annulus Heavy Weight Drill Pipe Pressure Losses, psi	0	0	0	0
12. No.2 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi	0	0	0	0
13. No.1 Annulus Drill Pipe Pressure Losses, psi	221	221	221	221
14. Total Pressure Losses, psi	4020	3996	3992	3991
15. Hydraulic				
15.1 Horsepower Method, hp	345	343	342	342
15.2 Impact Force Method, lb	182	182	182	182
16. Equivalent Circulating Density for the Well, ppg	15.28	15.28	15.28	15.28
17. Average Pressure Losses Gradient, psi/ft	.23	.23	.23	.23

Summary Table:

Depth, ft	Circulating Pressure Losses, psi	Bit Pressure Losses, psi	Circulation Rate, gpm	Nozzle Size, x/32	HP/in ²	IF/in ²	
17193	3653	338	147	11	11	12	87 5.49 Before Trip
17193	1399	2597	86	5.21	5.21	5.21	3.93 8.9 Max HP
17193	2078	1918	107	6.27	6.27	6.27	3.61 9.52 Max IF
Allowable Maximum				330	17	17	1.96 12.31

Navigation Buttons:

- Check Input: Design
- Analyzing Class 1: Save & Print Class 1
- Analyzing Class 2: Save & Print Class 2
- Analyzing Class 3: Save & Print Class 3
- Analyzing Class 4: Save & Print Class 4
- Flowchart: Go to Drill String Design

รูปที่ 4.4 การทดสอบโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียน้ำและกำลังเครื่องยนต์ ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO)

ลำดับ	ข้อมูลนำเข้า	หน่วย	จำนวน
1.	คุณสมบัติน้ำโคลน		
1.1	ความหนาแน่น	ปอนด์ ต่อ แกลลอน	15
1.2	ความหนืดในสถานะพลาสติก	เซนติพอยซ	29
1.3	จุดครากของบริงแฮมปี	ปอนด์ ต่อ 1000 ตารางฟุต	12
2.	คุณสมบัติ Drill String		
2.1	ก้านเจาะลำดับที่ 1		
2.1.1	ความยาว	ฟุต	16,375
2.1.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	2.502
2.1.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	3.5
2.2	ก้านเจาะลำดับที่ 2		
2.2.1	ความยาว	ฟุต	0
2.2.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	0
2.2.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	0
2.3	ก้านเจาะหนัก		
2.3.1	ความยาว	ฟุต	0
2.3.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	0
2.3.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	0
2.4	ก้านเจาะผนังหนาและหนัก		
2.4.1	ความยาว	ฟุต	818
2.4.2	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน	นิ้ว	1.5
2.4.3	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก	นิ้ว	4.5
2.5	ขนาดรูนน้ำโคลน	x/32	11, 11, 12
3.	อื่นๆ		
3.1	เส้นผ่านศูนย์กลางหลุมเจาะ	นิ้ว	6.5
3.2	อัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน	แกลลอน ต่อ นาที	147
3.3	จำนวนปั๊ม	--	1
3.4	Out put per stroke	แกลลอน ต่อ stroke	3
3.5	ความเร็วปั๊มสูงสุด	Stroke ต่อ นาที	110

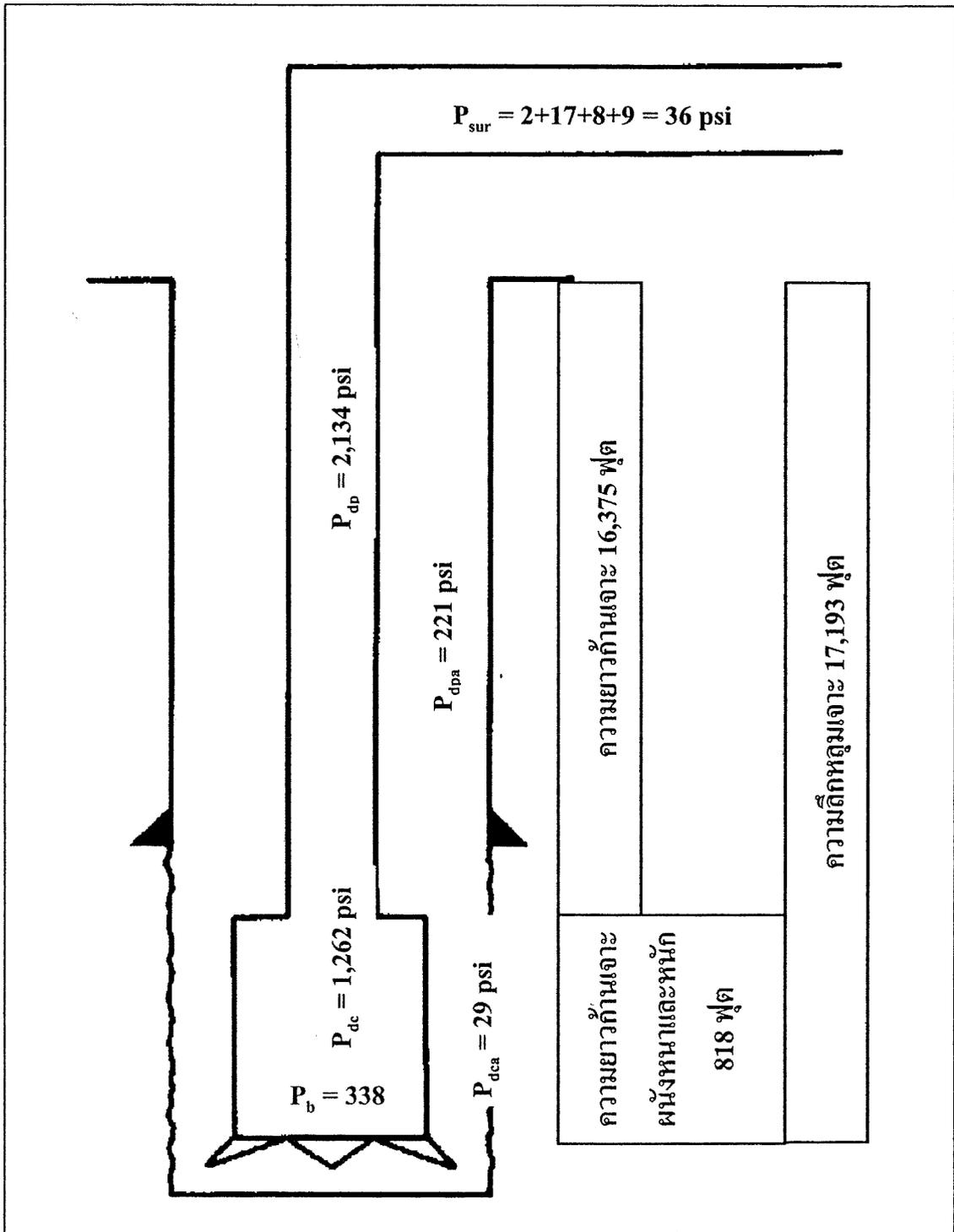
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO) และการคำนวณด้วยเครื่องคำนวณ สำหรับ Class I

ผลลัพธ์	หน่วย	PRE_HO	การคำนวณด้วยเครื่องคำนวณ
1. ความดันสูญเสีย Standpipe	psi	2	2
2. ความดันสูญเสีย Horse	psi	17	16
3. ความดันสูญเสีย Swival	psi	8	8
4. ความดันสูญเสีย Kelly	psi	9	8
5. ความดันสูญเสียก้านเจาะที่ 1	psi	2,134	1,723
6. ความดันสูญเสียก้านเจาะที่ 2	psi	0	0
7. ความดันสูญเสียก้านเจาะหนัก	psi	0	0
8. ความดันสูญเสียก้านเจาะผนังหนาและหนัก	psi	1,262	1,254
9. ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ	psi	338	330
10. ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ	psi	29	27
11. ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนัก	psi	0	0
12. ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 2	psi	0	0
13. ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1	psi	221	216
14. ผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมด	psi	4,020	3,584
15. กำลังเครื่องยนต์	แรงม้า	345	309
16. แรงกระทก	ปอนด์	182	173
17. ความหนาแน่นน้ำโคลนหมุนเวียนที่ก้นหลุม	ปอนด์/แกลลอน	15.28	15.21
18. ความดันสูญเสียต่อความลึก 1 ฟุต	psi/ฟุต	0.23	0.20

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์โดยโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE_HO สำหรับ Class I ในรูปแบบต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับก่อนการเจาะ

ผลลัพธ์	*ก่อนการ เจาะ	วิเคราะห์โดย วิธีแรงม้า	วิเคราะห์โดย วิธีแรง กระแทก	ค่าที่ใช้ได้ สูงสุด
19. ความลึก (ฟุต)	17,193	17,193	17,193	17,193
20. ความดันสูญเสียหมุนเวียน (psi)	3,653	1,399	2,078	-
21. ความดันสูญเสียหัวเจาะ (psi)	338	2,597	1,918	-
22. อัตราหมุนเวียนน้ำโคลน (แกลลอน/นาท)	147	86	107	330
23. ขนาดร่อนน้ำโคลน (x/32)	11,11,12	5,5,6	6,6,7	17,17,17
24. กำลังแรงม้า/พื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร นิ้ว	0.87	3.93	3.61	6.96
25. แรงกระแทก/พื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร นิ้ว	5.49	8.9	9.52	12.31

*ก่อนการเจาะ หมายถึง การออกแบบตัวแปรต่างๆ ที่จะใช้จริงในการเจาะหลุม โดยการออกแบบขึ้นกับการรวบรวมข้อมูลนำเข้าจาก Diary drilling and mud report ก่อนการใช้โปรแกรม Pre_Ho ทำการวิเคราะห์



รูปที่ 4.5 การสูญเสียความดัน ณ จุดต่างๆ ภายในการเจาะหลุมปิโตรเลียมตามตัวอย่างที่ทดสอบ