

## บทที่ 7

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 7.1 บทนำ

การบรรยายเนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วยการสรุปโดยภาพรวมของการพัฒนาโปรแกรม ความเหมาะสมของการศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เหมาะสมที่สุดในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทยโดยการวิเคราะห์จากข้อมูลของหลุมเจาะและน้ำโคลน (Daily Drilling and Mud Report) และการใช้โปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) และการวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 7.2 การพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย 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 การออกแบบอัตราการผลิตน้ำมันน้ำโคลนและขนาดร่อนน้ำโคลนที่เหมาะสมที่สุด ตามรูปภาพ 7.1 โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถบันทึกและพิมพ์ในรูปของข้อมูลและเอกสาร เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบได้ หน้าหลักของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ซึ่งได้แก่ ส่วนของข้อมูลนำเข้าและส่วนของข้อมูลผลลัพธ์ ตามรูปภาพ 7.2 ในแต่ละโปรแกรมออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย (PRE\_HO) จะถูกพัฒนาและประกอบด้วย 3 ระบบการทำงาน ในแต่ละระบบการ

ทำงานถูกแสดงและอธิบายโดยใช้สีตามตาราง 7.1 และขั้นตอนในการประมวลผลของแต่ละโปรแกรมจะถูกแสดงไว้ในผังงานตามตารางรูปภาพ 7.3

### 7.3 สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนโดยวิธีมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับทดสอบน้ำโคลน (API Recommended Practice 13B และ Manual of Drilling Fluids Technology) และมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับเครื่องมือและเทคนิค คือ (Baroid Petroleum Services)

7.3.1 การศึกษาและทดลองความหนาแน่นของ Water Base Mud พบว่าความหนาแน่นจะมากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มแร่ Barite ในกรณีที่ส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำและแร่ Bentonite มีอัตราส่วนคงที่ ในขณะที่เดียวกันถ้าเพิ่ม  $\text{CaCl}_2$  จะทำให้ความหนืดลดลง

7.3.2 การศึกษาและทดลอง Funnel Viscosity และ Plastic Viscosity ของ Water Base Mud พบว่า Funnel Viscosity และ Plastic Viscosity จะมากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มแร่ Bentonite ในกรณีที่ส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำและแร่ Barite มีอัตราส่วนคงที่ ในขณะที่เดียวกันถ้าเพิ่ม  $\text{CaCl}_2$  จะทำให้ความหนืดลดลง

7.3.3 การเพิ่ม Bentonite ทำให้การสูญเสียน้ำโคลนลดลง (Filtration Loss)

7.3.4 การผสมน้ำโคลนมาตรฐาน API จะได้คุณสมบัติของน้ำโคลนใกล้เคียงกับมาตรฐาน API กว่า คือจะมี Plastic Viscosity ประมาณ 10 cp และมี Filtration Loss ประมาณ 13-15 cc

7.3.5 การทดลอง Oil Base Mud (แม้จะใช้น้ำมันดีเซลแทนน้ำมันที่ผู้ประกอบการปิโตรเลียมใช้กันจริง ซึ่งจัดหาได้ยากและการสั่งซื้อจำนวนน้อยย่อมกระทำไม่ได้) แต่ก็ทำให้ทราบคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำโคลนชนิดนี้ ซึ่งก็จะมีผลใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันสังเคราะห์ ยกเว้นด้านสิ่งแวดล้อม (เดิมที่บริษัทเจาะน้ำมันก็ใช้น้ำมันดีเซล ต่อมาเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงเปลี่ยนเป็นน้ำมันสังเคราะห์ เช่น Saraline 200 หรือ Sarapar 147)

7.3.6 นอกจากนั้น ผลสรุปในการศึกษาและทดลองของปฏิบัติการอื่นๆ สำหรับแหล่งน้ำมันของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 7.2

## 7.4 สรุปการศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เหมาะสมที่สุดในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย

### 7.4.1 สรุปคุณสมบัติน้ำโคลนที่เหมาะสมในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย

จากการศึกษาการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทยโดยตั้งแต่ต้นถึงปัจจุบัน มีการพัฒนาการใช้น้ำโคลนอย่างต่อเนื่อง จากการใช้น้ำโคลนธรรมดาที่เรียกว่า Fresh water gel (หรือในทะเล Sea water gel) และต่อมาใช้สารเคมีผสม (Chemical treated) เช่น Dispersed Lignosulfonate mud เพื่อป้องกันชั้นหินดินดาน (Shale) ไม่ให้บวมและทำให้หลุมพังเมื่อเจาะผ่านจนกระทั่งตอนหลังเปลี่ยนมาเป็นพวก Polymer mud เช่น KCl Polymer และ Potassium Sulphate polymer ซึ่งจะลด Solid content ทำให้เจาะได้เร็วขึ้น และมีการทดลองใช้ Air drilling (หรือ Form drilling) ในการเจาะแบบ Under balance drilling ทำให้สามารถเจาะได้เร็วขึ้นมาก ซึ่งบางแห่ง เช่น ช่วงแรก ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่ค่อยได้ผลมากนัก เพราะปัญหาฝุ่นหินดินดาน (Cuttings) จับตัวก้อนใหญ่ และไม่สามารถควบคุมความดันได้ ต่อมาก็พัฒนาให้การเจาะผสมแบบปกติ Over balance drilling กับแบบ Under balance drilling ทำให้การเจาะประสบผลสำเร็จ เช่นที่บริษัท Amerada Hess เจาะที่แหล่งกู่ร่วมซึ่งทำให้พบก๊าซธรรมชาติมากขึ้น

การทดลองในบทที่ 6 สามารถนำมาเชื่อมโยงกับการเจาะสำรวจจริงๆ ของบริษัทผู้รับสัมปทานในภาคสนาม กล่าวคือ คุณสมบัติพื้นฐานของน้ำโคลนที่จะต้องมีควมหนาแน่น (น้ำหนัก) มาก เมื่อเจาะถึงความลึกประมาณ 7,000 ฟุต ซึ่งเป็นช่วงที่มีความดันในแหล่งปิโตรเลียมมากก็ต้องเพิ่มปริมาณของสาร Barite และสาร Bentonite ซึ่งก็ทำให้เกิดความหนืดมากขึ้นด้วยและช่วยพาเศษหินขึ้นสู่พื้นผิวได้ดี นอกจากนี้ ถ้าป้องกันหิน Shale ไม่ให้บวมและพังทลายก็ใช้สารที่มีคลอไรด์ เช่น Dispersed Lignosulfonate ผสมน้ำโคลน และเมื่อต้องการลด Solid Content แต่ให้น้ำโคลนมีน้ำหนักมากก็ใช้ KCl หรือ Potassium Sulphate Polymer แทนการใช้ Barite และ Bentonite เป็นต้น จะเห็นว่าการทดลองวัดคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำโคลนในห้องทดลองสามารถนำไปใช้และสนับสนุนเชื่อมโยงกับการผสมน้ำโคลนและปัจจัยที่เหมาะสมที่ใช้เจาะจริงของหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย

ปัจจุบันนิยมใช้ Oil based mud เจาะหลุมผลิตปิโตรเลียม และหลุมเอียง (Directional drilling) สามารถเจาะได้เร็ว มีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายลงมาก เช่น เดิมหลุมปิโตรเลียมในอ่าวไทยต้องใช้เวลา 3 เดือน ค่าเจาะ 5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (30 ปีก่อน) ปัจจุบันใช้ Oil based mud ร่วมกับ เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น Mud motor และ PDC (หัวเจาะเพชรเทียม) และอื่น ๆ การเจาะหลุมปิโตรเลียม 1 หลุม ใช้เวลาเพียง 1 สัปดาห์และเงินต่ำกว่า 1 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ดังแสดงในรูปที่ 5.9 – 5.11 น้ำมันที่ใช้ผสมเป็นน้ำโคลนเริ่มพัฒนาจากน้ำมัน Diesel ธรรมดาเป็นน้ำมัน

สังเคราะห์ (Synthetic oil) ที่มีปริมาณสารพิษ (Aromatic) น้อยลง ส่วนใหญ่ให้มีเฉพาะ Olefins ซึ่งมีพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อย น้ำมันสังเคราะห์ในอดีตเริ่มจาก Mentor 26 (ผลิตโดยบริษัทเอสโซ่) ปัจจุบัน บริษัท Chevron ใช้ Saraline 200 (ผลิตโดย Shell) ส่วนบริษัท ปตท. สผ. ใช้ Sarapar 147 (ผลิตโดย Shell) เป็นน้ำมันที่ย่อยสลายง่าย (Biodegradability) เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ได้ผลดีมาก และในเวลาอันใกล้นี้ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติก็จะออกกฎกระทรวงห้ามทิ้งสิ่งของลงทะเล (Zero discharge) ก็ทำให้ปัญหาสิ่งแวดล้อมหมดไป ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำโคลนสามารถสรุปได้ดังตาราง 7.3 และปัจจัยที่เหมาะสมที่จะได้ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในภาคกลาง ภาคตะวันออกกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและในอ่าวไทย เปรียบเทียบได้ดังตาราง 7.4

7.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทยกับปัจจัยและองค์ประกอบต่างๆ โดยใช้โปรแกรม PRE\_HO สรุปได้ว่า

- ก. ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น ก้านเจาะ (Drill Pipe) ก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) หัวเจาะ (Bit) ขนาดรูดพ่นน้ำโคลน (Nozzle) และอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่บนพื้นผิว (Standpipe, Horse, Swivel wash pip gooseneck และ Kelly) พบว่าความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการหมุนเวียนน้ำโคลนจะมีค่า น้อยลง โดยการเปลี่ยนแปลงจะแสดงให้เห็นชัดเจนที่สุดเมื่อมีการปรับเปลี่ยนขนาดรูดพ่นน้ำโคลน ส่วนในกรณีของการปรับเปลี่ยนก้านเจาะ ก้านเจาะผนังหนาและหนัก หัวเจาะ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่บนพื้นผิวจะแสดงการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก
- ข. ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของน้ำโคลนให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น เช่น ความหนาแน่นของน้ำโคลน (Mud Density), ความหนืดของน้ำโคลน (Mud viscosity), จุดครากของบริงแฮม (Bringham's Yield Value) และอัตราการหมุนเวียน (Circulate Rate) พบว่า ความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทยจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำโคลน โดยการเปลี่ยนแปลงจะแสดงให้เห็นชัดเจนที่สุดเมื่อมีการปรับเปลี่ยนอัตราการหมุนเวียน (Circulate Rate) รองลงมาคือ ความหนาแน่นของน้ำโคลน (Mud Density) และความหนืดของน้ำโคลน (Mud viscosity) ส่วนใน

กรณีของการปรับเปลี่ยนจุดครากของบริงแฮม (Bringham's Yield Value) จะแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

## 7.5 ข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัย

7.5.1 การศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เหมาะสมที่สุดในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทยโดยการวิเคราะห์จากข้อมูลของหลุมเจาะและน้ำโคลน (Daily Drilling and Mud Report) และการใช้โปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) สามารถวิเคราะห์และออกแบบการเจาะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงควรมีการพิจารณาการวิเคราะห์เหล่านี้เพื่อประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับหลุมเจาะปิโตรเลียมของประเทศไทย ในสภาวะความต้องการพลังงานทางด้านปิโตรเลียมที่มีค่อนข้างสูงในปัจจุบัน

7.5.2 ผู้วิจัยควรมีความรู้และความเข้าใจในขั้นตอนการออกแบบความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมต่างๆ ที่สำคัญสำหรับหลุมเจาะปิโตรเลียมของประเทศไทย อาทิเช่น ความดันสูญเสียบริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะ (Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Pipe) โดยผลรวมของความดันสูญเสียทั้งหมดจะสามารถนำไปถูกพิจารณาเพื่อออกแบบกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมต่อไปได้

7.5.3 ผู้วิจัยควรมีความรู้และความเข้าใจการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนในห้องทดลอง อันได้แก่ (1) ความหนาแน่น (2) Funnel Viscometer และ Plastic Viscometer (3) Gel Strength (4) Retort Water/Oil/Solid/น้ำยาล้างจาน (5) API Filtration (6) pH (7) คลอไรด์ และ (8) ความต้านทานไฟฟ้า นอกจากนี้ ยังต้องมีความรู้และความเข้าใจชนิดของน้ำโคลนที่จะนำมาศึกษาและทดลอง ในที่นี้คือ Water Base Mud และ Oil Base Mud

7.5.4 ผู้วิจัยควรมีความรู้และความเข้าใจภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรม อาทิเช่น Microsoft Visual Basic เพราะเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ค่อนข้างเรียนรู้ได้ง่าย และมีความสามารถประยุกต์การทำงานได้หลากหลาย

7.5.5 ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) เป็นข้อมูลที่ศึกษาและพิจารณาจากจริงจากหลุมเจาะปิโตรเลียมของประเทศไทยต่างๆ อาทิเช่น สิริกิติ์และวิเชียรบุรี

7.5.6 การประมวลผลที่แม่นยำของโปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) ขึ้นกับขั้นตอนการออกแบบ ทฤษฎีที่ใช้ ฐานข้อมูล และข้อมูลนำเข้า

7.5.7 ผลลัพธ์ข้อมูลของหลุมเจาะและน้ำโคลน (Daily Drilling and Mud Report) ช่วยให้ผู้สามารถพิจารณาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลือกและประยุกต์ใช้น้ำโคลนได้อย่างดี

7.5.8 การประยุกต์ใช้โปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) ทำให้เกิดความแม่นยำและประหยัดเวลาเป็นอย่างมาก เมื่อเทียบกับการคำนวณด้วยมือซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้เมื่อมีการคำนวณแบบซ้ำๆ

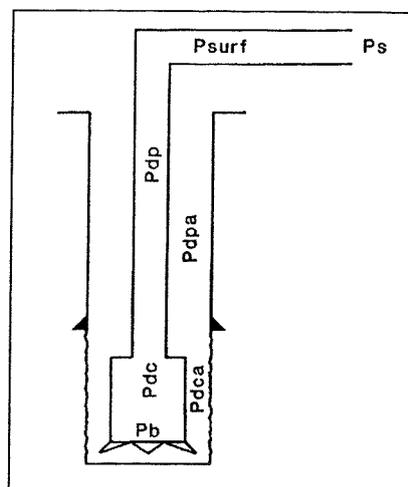
7.5.9 การออกแบบความดันสูญเสียบริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะ (Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Pipe) และกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมปิโตรเลียมอาจจะมีค่าต่ำกว่าอยู่บ้าง อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของข้อมูลนำเข้าบางอย่างซึ่งไม่ชัดเจนนัก

7.5.10 โปรแกรม PRE\_HO (Pressure Loss and Horse Power for Thailand Drilling Well) จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการใช้เพื่อตัดสินใจในการลงทุนในการสำรวจและผลิตน้ำมันในพื้นที่อื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งน้ำมันต่างๆ อาทิเช่น สิริกิติ์และวิเชียรบุรี

7.5.11 ผู้วิจัยมีความคาดหวังว่ารายงานวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะมีประโยชน์กับผู้ที่สนใจในการศึกษาวิจัยและองค์ประกอบที่เหมาะสมที่สุดในการเจาะหลุมปิโตรเลียมในประเทศไทย

ตาราง 7.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลึกับหน้าที่

ลึ	หน้าที่
ลึ	การป้อนข้อมูล: ผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลอย่างระมัดระวังลงในกรอบสีขาวและในบางตัวแปรจะมีการแนะนำ ให้ป้อนข้อมูลอยู่ในช่วงที่กำหนด
เขียน	การแสดงผลลัพธ์: แสดงรายละเอียดและผลลัพธ์ของความเร็วของน้ำโคลนบริเวณก้านเจาะ ความดันสูญเสีย บริเวณพื้นผิว ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Drill Pipe No.1 and 2) ความดันสูญเสียบริเวณภายในก้านเจาะหนัก (Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสีย บริเวณภายในก้านเจาะผนังหนาและหนัก (Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณหัวเจาะ (Bit) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะผนังหนาและหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Drill Collar) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะหนักกับผนังหลุมเจาะ (Annulus of Heavy Weight Drill Pipe) ความดันสูญเสียบริเวณช่องว่างระหว่างก้านเจาะกับ ผนังหลุมเจาะลำดับที่ 1 และ 2 (Annulus of Drill Pipe No.1 and 2) ผลรวมของความดันสูญเสีย ทั้งหมด และกำลังเครื่องขุด นอกจากนี้ยังรวมถึง การออกแบบอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน และขนาดรพ่นน้ำโคลนที่เหมาะสมที่สุด
เท	ปุ่มใช้งาน: ประกอบด้วยปุ่ม Check Input, Design, Analyzing, Class I, Save & Print Class I, Save & Print Class II, Save & Print Class III, Save & Print Class IV, Flowchart และ Go to Drill String Design



รูปที่ 7.1 การสูญเสียความดัน ณ จุดต่างๆ ภายในการเจาะหลุมปิโตรเลียม



ตารางที่ 7.2 สรุปผลการศึกษาและทดลองคุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งน้ำมันของประเทศไทย

ลำดับที่	ชนิดน้ำโคลน	Water Base Mud	Oil Base Mud
	ส่วนผสมน้ำโคลน		
1	น้ำ, ซีซี	6,000-10,000	4,100-4,200
2	แร่ Barite, กรัม	300-1,000	300-600
3	แร่ Bentonite, กรัม	385.8-1,040	200-385.8
4	อื่นๆ		
	4.1 น้ำมันดีเซล, ซีซี	-	3,000
	4.2 น้ำยาล้างจาน, ซีซี	-	300
ลำดับที่	ปฏิบัติการศึกษาและทดลอง	จำนวน	
1	ความหนาแน่น, กรัมต่อซีซี	1.11-1.14	0.98-1.00
2	- Funnel Viscometer, วินาทีต่อ qt	39.81-44.84	43.60-254
	- Plastic Viscometer, cp	6-16	13-20
3	Gel Strength, ปอนด์/100 ตร ฟุต	9-21	9
4	Retort Water/Oil/	91-95.4/0/	55-58/1-2/
	Solid/น้ำยาล้างจาน, %ปริมาตร	4.6-9/0	32-39/4-9
5	- API Filtration ที่ 30°C, ซีซีต่อ 30 นาที	13.7-19.7	4.8-5.0
	- API Filtration ที่ 60°C, ซีซีต่อ 30 นาที	15.2-22.0	7.6-7.8
6	- pH ของ Mud	8.77-9.38	8.90-9.12
	- pH ของ Mud Filtration	8.60-9.33	8.69-8.80
7	คลอไรด์, มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)	808-2,148	1,039-1,182
8	ความต้านทานไฟฟ้า, โอห์ม-เมตร		
	- Mud	5.97-6.81	5.18-5.93
	- Mud Filtration	6.62-9.49	5.92-6.36
	- Mud Cake	3.90-5.24	5.04-5.43

ตาราง 7.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งปิโตรเลียมของประเทศไทย

แหล่งปิโตรเลียม	รูปแบบน้ำโคลน	ความลึก (ฟุต)	ความหนาแน่น (กรัมต่อซีซี)
SUT Central plain (ภาคกลาง)	Versaclean OBM	8,400 – 8,800	1.20 - 1.25
SUT Central East (ภาคตะวันออกเฉียงกลาง)	Potassium sulphate polymer	5,000 – 7,000	1.13
SUT North (ภาคเหนือ)	Dispersed lignosulfonate	-	-
SUT North East (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	6% KCL Polymer, Diesel OBM และ Dispersed lignosulfonate	1,500 – 13,000	0.84 – 2.00
SUT Gulf of Thailand (อ่าวไทย)	Seawater/Hi-Viscosity sweeps	5,000 – 10,000	1.03 – 1.08

ตาราง 7.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งปิโตรเลียม  
ของประเทศไทย (ต่อ)

แหล่งปิโตรเลียม	Funnel Viscometer (วินาทีต่อ qt)	Plastic Viscometer (cp)	Gel Strength (ปอนด์/100 ตร ฟุต)
SUT Central plain (ภาคกลาง)	55 – 70	15 – 25	10 – 20
SUT Central East (ภาคตะวันออกเฉียงกลาง)	35 – 45	10 – 11	10 – 15
SUT North (ภาคเหนือ)	-	-	-
SUT North East (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	48	10 – 44	10 – 30
SUT Gulf of Thailand (อ่าวไทย)	40 – 50	6 – 12	10 – 20

ตาราง 7.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งปิโตรเลียม  
ของประเทศไทย (ต่อ)

แหล่งปิโตรเลียม	Solid content (% โดยปริมาตร)	API Filtration (ซีซี/30 นาที)	pH
SUT Central plain (ภาคกลาง)	12.8	2 – 3	-
SUT Central East (ภาคตะวันออกเฉียงกลาง)	$\leq 8$	5.2 – 10	8.5 – 9.5
SUT North (ภาคเหนือ)	-	-	-
SUT North East (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	$\leq 37$	< 10	9 – 12
SUT Gulf of Thailand (อ่าวไทย)	3 – 5	< 10	9.5 – 10.5

ตาราง 7.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำโคลนสำหรับแหล่งปิโตรเลียม  
ของประเทศไทย (ต่อ)

แหล่งปิโตรเลียม	คลอไรด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	สัดส่วนน้ำมัน ต่อน้ำ
SUT Central plain (ภาคกลาง)	32,000	80/20
SUT Central East (ภาคตะวันออกเฉียงกลาง)	750	-
SUT North (ภาคเหนือ)	-	-
SUT North East (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)	4,800 – 30,000	90/10 – 85/15
SUT Gulf of Thailand (อ่าวไทย)	-	-

ตารางที่ 7.4 สรุปความดันสูญเสีและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมตรงปีโตรเลียม  
ในแต่ละแห่งของประเทศไทย

แหล่งปีโตรเลียม	SUT Central Plain (ภาคกลาง)		SUT Central East (ภาคตะวันออกเฉียง)
	หลุมตรง	หลุมเอียง	ตรง
ประเภทหลุม			
ความลึก (ฟุต)	1,500 – 3,500	2,500	2,000
ความดันสูญเสี (psi)	120 – 1,000	40 – 500	1,500 – 2,000
กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า)	10 – 150	50	300 – 400
แรงกระแทก (ปอนด์)	60 – 400	200	600 – 700
ความดันสูญเสีต่อความลึก 1 ฟุต	0.1 – .0.3	0.2	0.9 – 1
อัตราการหมุนเวียนน้ำโคลนสูงสุด (แกลลอนต่อนาที)	300 – 450	300	500
ขนาดรพ่นน้ำโคลนเหมาะสมที่สุด (x/32)	12	12	12
ขนาดรพ่นน้ำโคลนสูงสุด (x/32)	20	18	15
แรงม้าทั้งหมด ต่อพื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร.นิ้ว	3 - 20	15 - 25	10 - 15
กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า) ต่อพื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร.นิ้ว สูงสุด	0.1 – 3	0.7 – 1	11 – 14
แรงกระแทก (ปอนด์) ต่อพื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร.นิ้ว สูงสุด	1 – 11	5 - 6	30 - 35

ตารางที่ 7.4 สรุปความดันสูญเสียและกำลังเครื่องยนต์ในการเจาะหลุมตรงปิโตรเลียม  
ในแต่ละแหล่งของประเทศไทย (ต่อ)

แหล่งปิโตรเลียม	SUT North (ภาคเหนือ)	SUT North East (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)		SUT Gulf of Thailand (อ่าวไทย)
		หลุมตรง	หลุมเอียง	
ประเภทหลุม	หลุมตรง	หลุมตรง	หลุมเอียง	หลุมตรง
ความลึก (ฟุต)	4,500	11,000 – 15,000	8,000 – 9,000	8,000
ความดันสูญเสีย (psi)	1,200	2,000 – 4,000	2,500 – 3,000	1,500
กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า)	200	450 – 800	400 – 700	300
แรงกระแทก (ปอนด์)	500	750 – 1,200	600 – 950	500
ความดันสูญเสียต่อ ความลึก 1 ฟุต	0.3	0.2 – 0.3	0.3	0.2
อัตราการหมุนเวียนน้ำ โคลนสูงสุด (แกลลอน ต่อนาที)	500	450 – 500	300 – 450	500
ขนาดร่อนน้ำโคลน เหมาะสมที่สุด (x/32)	12	12	12	12
ขนาดร่อนน้ำโคลน สูงสุด(x/32)	17	15	13	15
แรงม้าทั้งหมด ต่อพื้นที่ หลุมเจาะ 1 ตร.นิ้ว	5	8 - 20	4 - 140	15
กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า) ต่อพื้นที่หลุม เจาะ 1 ตร.นิ้ว สูงสุด	5	7 – 10	3 – 8	5
แรงกระแทก (ปอนด์) ต่อพื้นที่หลุมเจาะ 1 ตร. นิ้ว สูงสุด	15	20 – 25	10 - 20	14