

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

เนื่องจากผลการทดลองอยู่ในลักษณะทั้งกราฟการกระจายและกราฟสะสมของสัญญาณ ENERGY COUNT และ HIT ซึ่งมีจำนวนมาก การเปรียบเทียบข้อมูลโดยตรงจากกราฟกระทำได้ลำบาก จึงจำเป็นต้องแสดงผลสรุปของลักษณะทั้งสามของสัญญาณในรูปกราฟเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะซึ่งทำให้สะดวกในการวิเคราะห์ และการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นรูปแบบของผลการทดลองได้ดีขึ้น ซึ่งการพิจารณาจะกระทำโดยจะแยกเป็นอัตราเร็วรอบคงที่ และอัตราการป้อนคงที่

#### 4.1 พิจารณาที่อัตราเร็วรอบคงที่

##### 4.1.1 พิจารณาที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาทีคงที่

ที่อัตราเร็วรอบนี้สามารถทดลองได้เพียง 2 อัตราการป้อนคือ 0.08 และ 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ (c4 และ c1) ส่วนอัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ (c7) ไม่สามารถทดลองได้เพราะดอกสว่านจะแตกบิ่นเสมอไม่สามารถเจาะจำนวนรูมากตามต้องการได้ สำหรับเงื่อนไข c4 ได้ทดลองกับดอกสว่าน 3 ดอกและเงื่อนไข c1 ทดลองกับดอกสว่านได้เพียง 2 ดอก เนื่องจากมีดอกสว่านส่วนหนึ่งเกิดการแตกบิ่นเหมือนเงื่อนไข c7 ทำให้แนวโน้มไม่ชัดเจน ส่วนกราฟ c4 มีความแตกต่างของแต่ละตัวอย่างมาก โดยเฉพาะตัวอย่างที่ 1 (c4e1) ค่าต่ำมาก

ค่า ENERGY และ COUNT กับเวลา มีแนวโน้มคล้ายกัน คือที่อัตราการป้อนต่ำ ค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัด ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากนักตามลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และเมื่อพิจารณา HIT กับเวลา พบว่าที่อัตราการป้อนต่ำ ค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัดมากขึ้น แต่ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากนักตามลำดับที่ของรูเจาะ

และเมื่อพิจารณาการเจาะของดอกสว่าน c4e2 ไปจนถึงรูที่ 1300 พบว่ามีความชัดเจนในการเพิ่มขึ้นของค่า ENERGY ตามลำดับที่ของรูเจาะ แต่มีช่วงรูเจาะลำดับที่ 600 ต่ำผิดปกติ และพบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า HIT ตามลำดับที่ของรูเจาะอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในรูปที่ 4.8

##### 4.1.2 พิจารณาที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาทีคงที่

ที่อัตราเร็วรอบนี้ทดลอง 3 อัตราการป้อนคือ 0.08 0.12 และ 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ (c5 c2 และ c8) พบว่าค่า ENERGY และ COUNT กับเวลา มีแนวโน้มคล้ายกับอัตราเร็วรอบ 280

รอบต่อนาที คือที่อัตราการป้อนต่ำค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะเงื่อนไข c5 ค่าสูงกว่ามากและยังเห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าข้อมูลตามลำดับที่ของรูเจาะอย่างชัดเจน แต่เงื่อนไข c2 และ c8 เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลไม่มากนัก เมื่อพิจารณา HIT กับเวลา พบว่าที่อัตราการป้อนต่ำ ค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูง แต่เห็นการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลไม่มากนักเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.2

#### 4.1.3 พิจารณาที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาทีคงที่

ที่อัตราเร็วรอบนี้ทดลอง 3 อัตราการป้อนคือ 0.08 0.12 และ 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ (c6 c3 และ c9) ค่า ENERGY และ COUNT กับเวลา มีแนวโน้มคล้ายกับอัตราเร็วรอบ 280 และ 450 รอบต่อนาที คือที่อัตราการป้อนต่ำ ค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัด และพบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าข้อมูลตามลำดับที่ของรูเจาะแต่ไม่เด่นชัดมากนัก และเมื่อพิจารณา HIT กับเวลา พบว่าที่อัตราการป้อนต่ำ ค่าจะสูงกว่าอัตราการป้อนสูง แต่แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าข้อมูลตามลำดับที่ของรูเจาะก็ไม่ชัดเจนนักเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.3

เมื่อพิจารณาการเจาะของอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ ดอกที่ 1 (c3e1) ไปจนถึงรูที่ 1300 พบว่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า ENERGY ตามลำดับที่ของรูเจาะแต่ไม่เด่นชัดนัก ส่วนค่า COUNT จะเห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นได้ชัดกว่า แต่แนวโน้มของค่า HIT ตามลำดับที่ของรูเจาะไม่ชัดเจนนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.7

### 4.2 พิจารณาที่อัตราการป้อนคงที่

#### 4.2.1 พิจารณาที่อัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบคงที่

พิจารณา ENERGY และ COUNT กับเวลา พบว่าที่ความเร็วรอบต่ำค่าจะการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าเล็กน้อยไม่ชัดเจนนัก สัญญาณที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที (c4) มีความแตกต่างของแต่ละตัวอย่างมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ของรูเจาะแต่ไม่ชัดเจนนัก

สัญญาณ HIT กับเวลา พบว่า ที่ความเร็วรอบต่ำ มีค่า HIT สูงกว่าความเร็วรอบสูงตามลำดับอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะเงื่อนไข c4 มีค่าสูงกว่ามากเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

#### 4.2.2 พิจารณาที่อัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบคงที่

พิจารณา ENERGY และ COUNT กับเวลา พบว่า เงื่อนไขทั้ง 3 ค่าไม่ต่างกันมากนัก และที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที (c2) มีค่าต่ำที่สุด ทั้งอัตราเร็วรอบ 450 และ 710 รอบต่อนาที (c2 และ c3) มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า ENERGY ตามลำดับที่ของรูเจาะแต่ไม่ชัดเจนนัก

และสัญญาณ HIT กับเวลา พบว่า ที่ความเร็วรอบต่ำ มีค่า HIT สูงกว่าความเร็วรอบสูงเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

เมื่อพิจารณาการเจาะที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที (c3e1) ไปจนถึงรูที่ 1300 พบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่า ENERGY และ COUNT ตามลำดับที่ของรูเจาะชัดเจน ส่วน HIT ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

#### 4.2.3 พิจารณาที่อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบคงที่

ที่อัตราการป้อนนี้ ขาดอัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที (c7) จึงมีแค่ 2 เงื่อนไข ที่อัตราเร็วรอบ 450 และ 710 รอบต่อนาที ทั้ง ENERGY และ COUNT ของแต่ละเงื่อนไขใกล้เคียงกัน แนวโน้มเพิ่มขึ้นไม่ชัดเจนนักเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะ

พิจารณา HIT กับเวลา พบว่าที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที (c8) มีค่าสูงกว่า พบว่าที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที (c9) เล็กน้อยเทียบกับลำดับที่ของรูเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4.6

### 4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

#### 4.3.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่อัตราเร็วรอบคงที่

เมื่อเปรียบเทียบที่อัตราเร็วรอบคงที่จะพบว่าลักษณะทั้งสามของสัญญาณคือ ENERGY COUNT และ HIT ถ้าอัตราการป้อนต่ำค่าสัญญาณจะสูงกว่าที่อัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะระยะทางในการกินเนื้อโลหะของดอกสว่านต่างกัน คือที่อัตราการป้อนต่ำระยะทางในการกินเนื้อโลหะมากกว่า จึงมีการฉีกขาดของเนื้อโลหะมากกว่าทำให้มีพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาและวัดสะสมได้มากกว่า ถ้าคิดว่าลักษณะของการกินเนื้อโลหะเป็นแบบเดียวกันทุกเงื่อนไข

ทั้งนี้ยังพบว่าที่อัตราการป้อนต่ำกว่าน่าจะเกิดการสึกหรอสูงกว่า จึงมีอัตราการเพิ่มขึ้นของสัญญาณตามลำดับที่ของรูเจาะ สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

#### 4.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองที่อัตราการป้อนคงที่

เมื่ออัตราการป้อนคงที่ ENERGY กับ COUNT ไม่แตกต่างกันเด่นชัดนักเมื่ออัตราเร็วรอบเปลี่ยนไป เพราะระยะทางการกินเนื้อเท่ากัน แต่มีข้อสังเกต คือที่อัตราเร็วรอบต่ำแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของข้อมูลสูงกว่าที่อัตราเร็วรอบสูงเล็กน้อยแต่ไม่ชัดเจนนัก แต่ถ้าพิจารณาดอกสว่าน c3e1 และ c4e2 ที่เจาะ 1300 รู จะเห็นแนวโน้มการเพิ่มของค่าข้อมูลตามลำดับที่ของรูเจาะชัดเจนขึ้น

HIT ที่ความเร็วรอบต่ำจะมีค่าข้อมูลสูงกว่าความเร็วรอบสูงอย่างเห็นได้ชัด เพราะ โดยเฉพาะที่ความเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที จะมีค่าสูงมาก ส่วนแนวโน้มเทียบกับจำนวนรูเจาะยัง

เห็นได้ไม่ชัดเจนนักแต่ถ้าพิจารณา c4e2 ที่เจาะ 1300 รูเจาะ ก็ให้เห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ของรูเจาะชัดเจนขึ้น ส่วน c3e1 เห็นการเปลี่ยนแปลงไม่ชัด

สำหรับเงื่อนไขการเจาะที่อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ ที่อัตราเร็วรอบ 450 และ 710 รอบต่อนาที (c8 และ c9) สัญญาณทั้ง ENERGY COUNT และ HIT มีค่าน้อยมาก ซึ่งน่าจะเป็นเพราะการตัดเนื้อโลหะสม่ำเสมอ จากการสังเกตขณะทดลองเศษโลหะเป็นแบบต่อเนื่อง ดังนั้นพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจึงมีเฉพาะส่วนที่ดอกสว่านตัดเนื้อโลหะ และอาจเป็นเพราะเวลาในการเจาะนั้นสั้นกว่ามากด้วย แต่เงื่อนไขแรกๆ คืออัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาทีและอัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ (c4) สังเกตจากการทดลองจะมีเศษโลหะแบบไม่ต่อเนื่องมากที่สุด พลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจึงมีส่วนของพลังงานที่ปลดปล่อยจากพื้นที่ในการฉีกขาดและการแตกหักของเศษโลหะเพิ่มขึ้นอีกทำให้สัญญาณที่วัดได้มีค่าสูงกว่าและใช้เวลาในการเจาะมากสัญญาณที่ได้จากการเสียดสีกันระหว่างโลหะกับแผ่นเหล็กก็มีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงกว่า และในเงื่อนไข c8 และ c9 ขณะเจาะทำให้เกิดความร้อนที่สะสมมากกว่า จากตารางที่ 3.1 พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสัญญาณที่ได้จากจุกทดลองมา

สาเหตุส่วนหนึ่งของความแปรปรวนของสัญญาณจากผลการทดลองในแต่ละช่วงและเงื่อนไข อาจแตกต่างกัน เช่น เงื่อนไข c1 และ c2 นั้นแนวโน้มไม่ค่อยดีนัก น่าจะมีผลจากความไม่แน่นอนในการทดลองเพราะช่วงแรกการทดลองยังไม่คงตัวนัก แอมพลิจูดของสัญญาณอาจมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากการจับยึดตัวตรวจรูไม่สม่ำเสมอซึ่งแตกต่างจากเงื่อนไขอื่นและมีการกระจายของสัญญาณมากเป็นพิเศษ สำหรับเงื่อนไข c3 c4 และ c5 การทดลองสามารถกระทำได้สม่ำเสมอมากขึ้น สัญญาณมีแนวโน้มค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ของรูเจาะชัดเจนขึ้น ส่วนเงื่อนไข c8 และ c9 สัญญาณมีค่าต่ำมากทำให้เห็นแนวโน้มได้ไม่ชัดแต่จริงๆ แล้วก็ยังมีแนวโน้มค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ของรูเจาะแต่ไม่ชันมากนัก

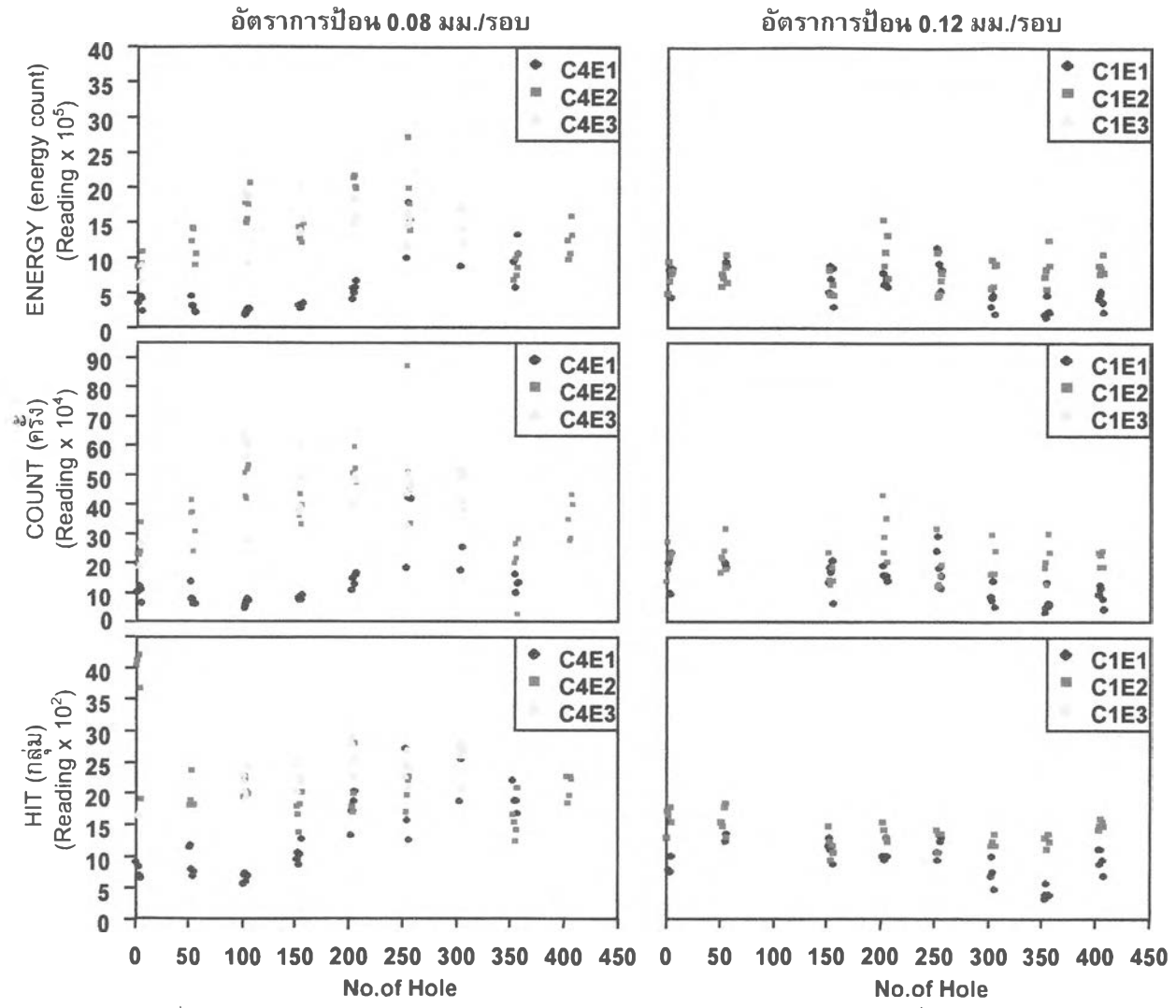
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เชิงเอมพิริคัลของสัญญาณอะคูสติคกับการสึกหรอของดอกสว่าน จึงได้ประเมินค่าสมการเชิงเส้นระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยให้สัญลักษณ์ E แทน ENERGY สัญลักษณ์ C แทน COUNT และสัญลักษณ์ H แทน HIT ส่วนสัญลักษณ์ x แทนลำดับที่ของรูเจาะ พบว่าเมื่อพิจารณา ENERGY ที่เงื่อนไข c4 และ c5 มีค่าความชันมากเมื่อเทียบกับเงื่อนไขอื่นๆ คือ 0.0141 และ 0.0132 ตามลำดับ แต่ยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับระยะตัดแกนตั้ง เงื่อนไข c1 มีค่าความชันน้อยที่สุด คือ -0.0042 ซึ่งเป็นเงื่อนไขเดียวที่มีแนวโน้มลดลงเงื่อนไขเดียว เมื่อพิจารณา COUNT ที่เงื่อนไข c5 มีค่าความชันมากที่สุดคือ 0.0396 รองลงมาคือ เงื่อนไข c4 มีค่าความชัน 0.026 และเงื่อนไข c9 มีค่าความชัน 0.0181 ซึ่งต่างจากตัวอื่นมาก เงื่อนไข c1 มีค่าความชันน้อยที่สุด คือ -0.0154 ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเงื่อนไขเดียว และเมื่อพิจารณา HIT ที่

เงื่อนไข c4 c3 และ c2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคือมีค่าความชันเป็นบวก คือ 0.0087 0.0021 และ 0.0010 นอกนั้นมีค่าความชันเป็นลบ และเงื่อนไข c1 มีแนวโน้มลดลงมากที่สุดคือ -0.0093

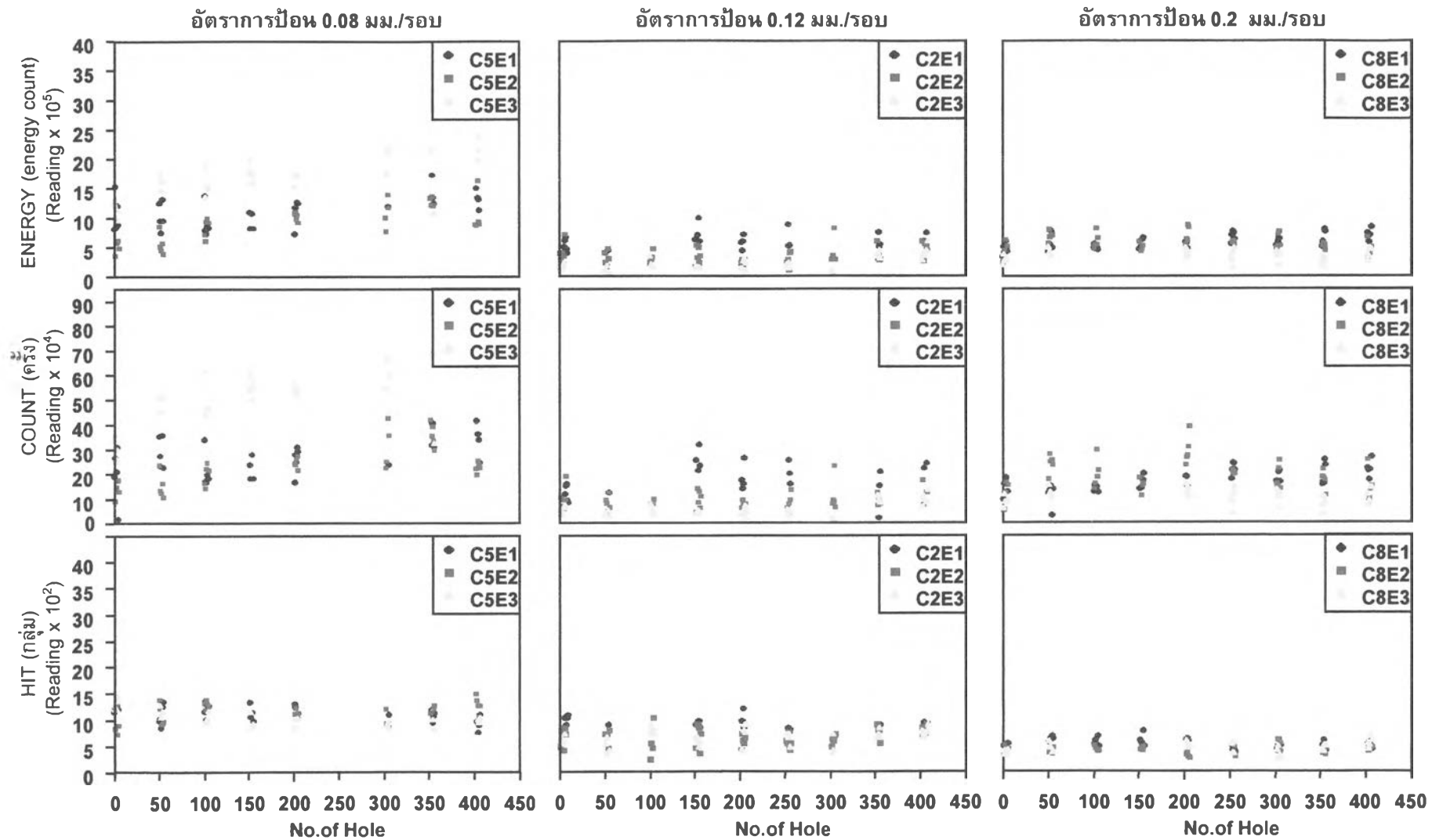
ทั้ง ENERGY และ COUNT ที่เงื่อนไข c4 c5 และ c6 ที่อัตราการป้อนต่ำคือ 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ พบว่าค่าความชันจะสูงกว่าเงื่อนไขอื่นโดยเฉพาะเงื่อนไข c4 และ c5 น่าจะเกิดจากที่อัตราเร็วรอบต่ำจะเกิดเศษโลหะแบบไม่ต่อเนื่องทำให้ผิวสำเร็จไม่เรียบน่าจะทำให้อัตราการสึกหรอสูงกว่า ส่วน c9 ก็มีความชันค่อนข้างมากเช่นกัน ค่า HIT ไม่แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงให้เห็นและยังมีแนวโน้มการลดลงให้เห็นในเงื่อนไข c1 c5 c6 c8 และ c9 สำหรับดอกสว่าน c3e1 และ c4e2 เมื่อเจาะ 1300 รูเจาะ แล้วพิจารณา ENERGY ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าดอกสว่าน c3e1 มีความชัน 0.0043 และดอกสว่าน c4e2 มีความชัน 0.0097 พิจารณา COUNT พบว่าดอกสว่าน c3e1 มีความชัน 0.0179 และดอกสว่าน c4e2 มีความชัน 0.0287 ซึ่งเมื่อเทียบกับ 400 รูเจาะพบว่าความชันต่างกันไม่มากนักซึ่งเป็นการยืนยันแนวโน้มเดิมได้ว่าเมื่อมีการสึกหรอจากการเจาะเพิ่มขึ้นค่าสัญญาณ ENERGY และ COUNT น่าจะเพิ่มขึ้นตามลำดับที่ของรูเจาะ พิจารณา HIT พบว่าดอกสว่าน c3e1 มีความชัน 0.0005 ซึ่งลดลงมากเมื่อเทียบกับ 400 รูเจาะ แต่ดอกสว่าน c4e2 มีความชัน 0.0088 ไม่แตกต่างจาก 400 รูเจาะ

จากรูปที่ ค.3 ถึง ค.10 ซึ่งเป็นรูปที่แสดงความสึกหรอของดอกสว่านที่ทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ ของแต่ละเงื่อนไขการเจาะ พบว่าเมื่อพิจารณาที่อัตราการป้อนคงที่ เปลี่ยนแปลงอัตราเร็วรอบ คือ ที่อัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ แสดงในรูปที่ ค.3 ค.4 และ ค.5 ที่อัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ แสดงในรูปที่ ค.6 ค.7 และ ค.8 และที่อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ แสดงในรูปที่ ค.9 และ ค.10 พบว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกันคือความสึกหรอไม่ต่างกันนักซึ่งน่าจะเกิดจากระยะทางการกินเนื้อเท่ากัน แต่จากผลการทดลองใน Manufacturing Engineers Manual [6] พบว่าที่อัตราเร็วรอบต่ำอัตราความสึกหรอน่าจะต่ำกว่า แต่ที่อัตราเร็วรอบในงานวิจัยนี้ยังไม่ต่างกันมากนักเพราะอยู่ในช่วงกำหนดของเครื่องเจาะ จึงทำให้เกิดความแตกต่างของความสึกหรอยังเห็นได้ไม่ชัด และเมื่อพิจารณาที่อัตราเร็วรอบคงที่ เปลี่ยนแปลงอัตราการป้อน คือ ที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที แสดงในรูปที่ ค.3 และ ค.6 ที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที แสดงในรูปที่ ค.4 ค.7 และ ค.9 และที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที แสดงในรูปที่ ค.5 ค.8 และ ค.10 พบว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คือที่อัตราการป้อนต่ำ จะมีความสึกหรอสูงกว่าที่อัตราการป้อนสูงอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากระยะทางการกินเนื้อยาวกว่า และเมื่อพิจารณารูปที่ ค.11 ซึ่งแสดงความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 1300 รูเจาะด้วยอัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ และอัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที เปรียบเทียบกับรูปที่ ค.8 ซึ่งแสดงความสึกหรอของดอกสว่านซึ่งทำการเจาะมาแล้ว 400 รูเจาะ

พบว่าความถี่หรือแตกต่างกันมากพอสมควรที่จะใช้ระบุเจาะแทนความถี่หรือของดอกสว่านตาม  
ที่ทำการทดลองได้ และเมื่อพิจารณารูปที่ 4.7 ก็พบว่าเมื่อความถี่หรือของดอกสว่านเพิ่มขึ้นนั้น  
แสดงผลของสัญญาณสะสม ENERGY และ COUNT เพิ่มขึ้นตามความถี่หรือ

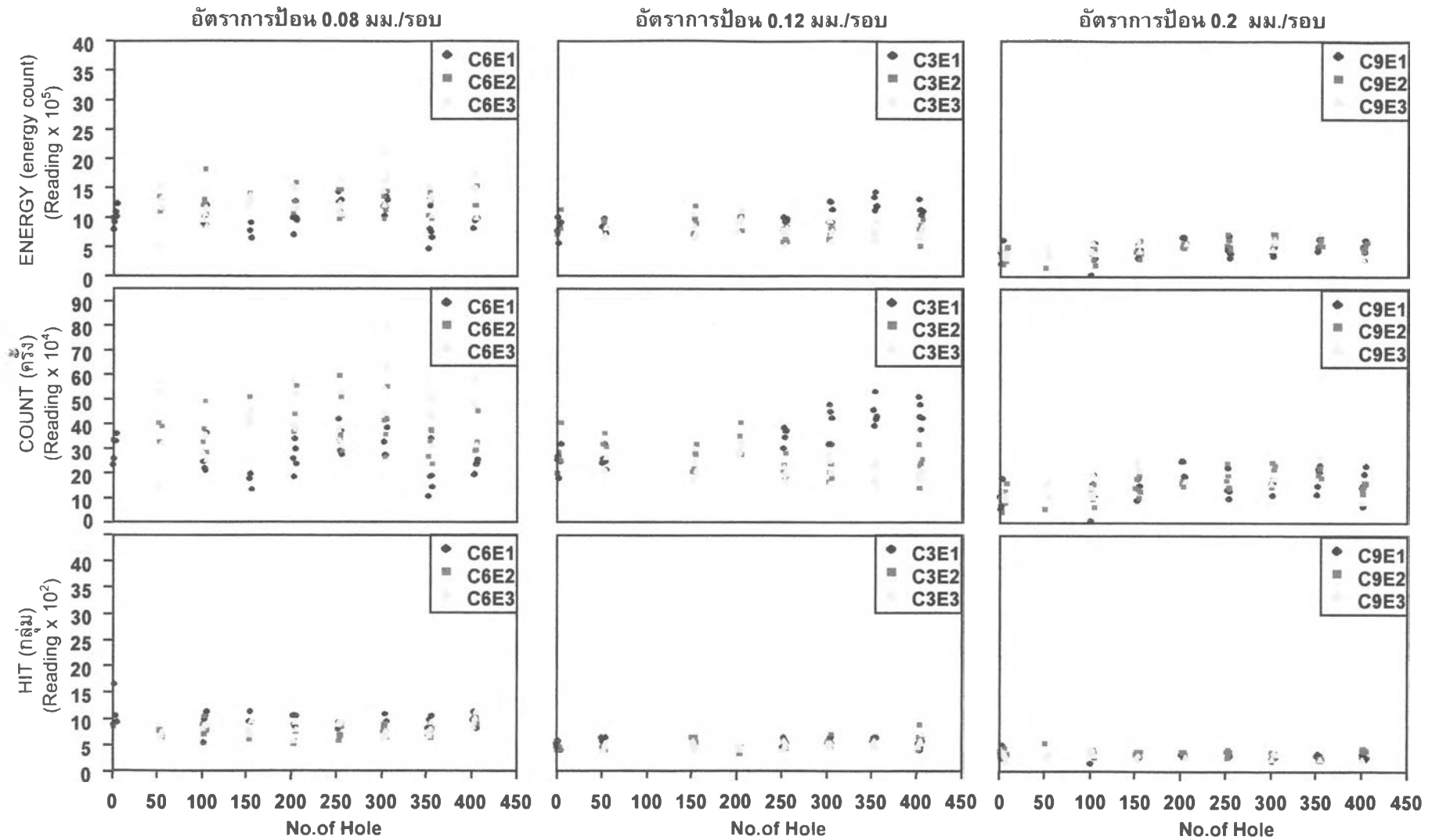


รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 280 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ

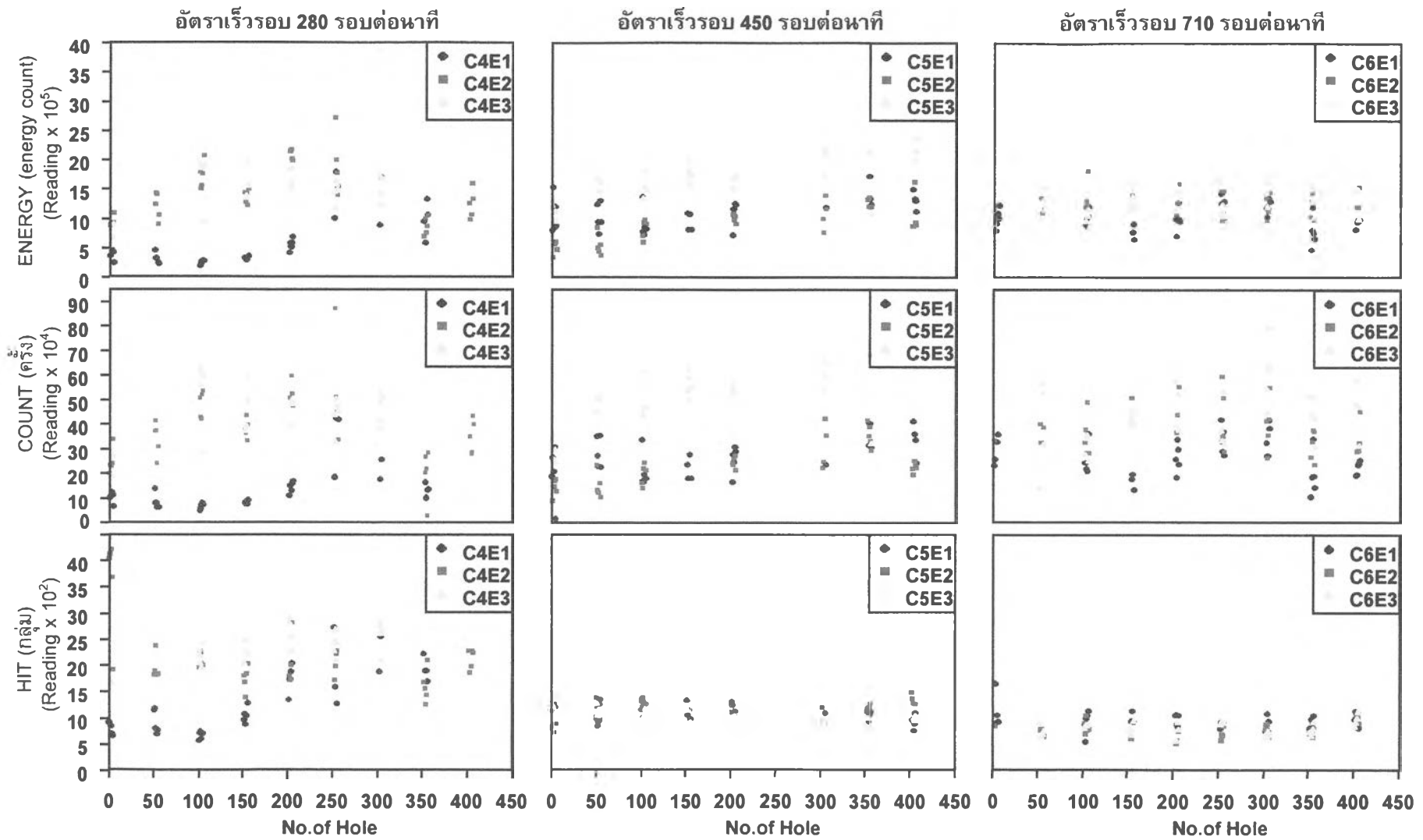


รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 450 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ

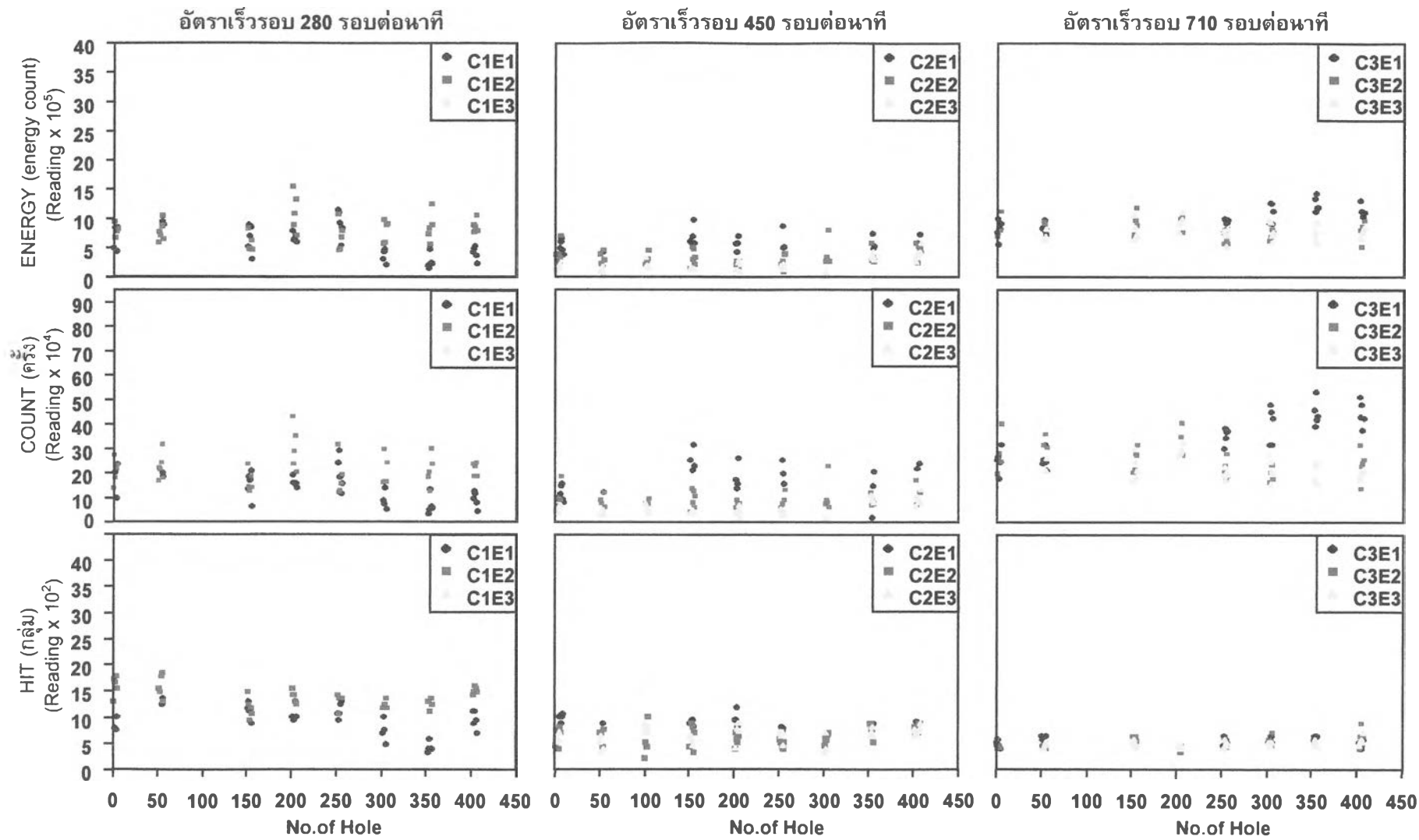




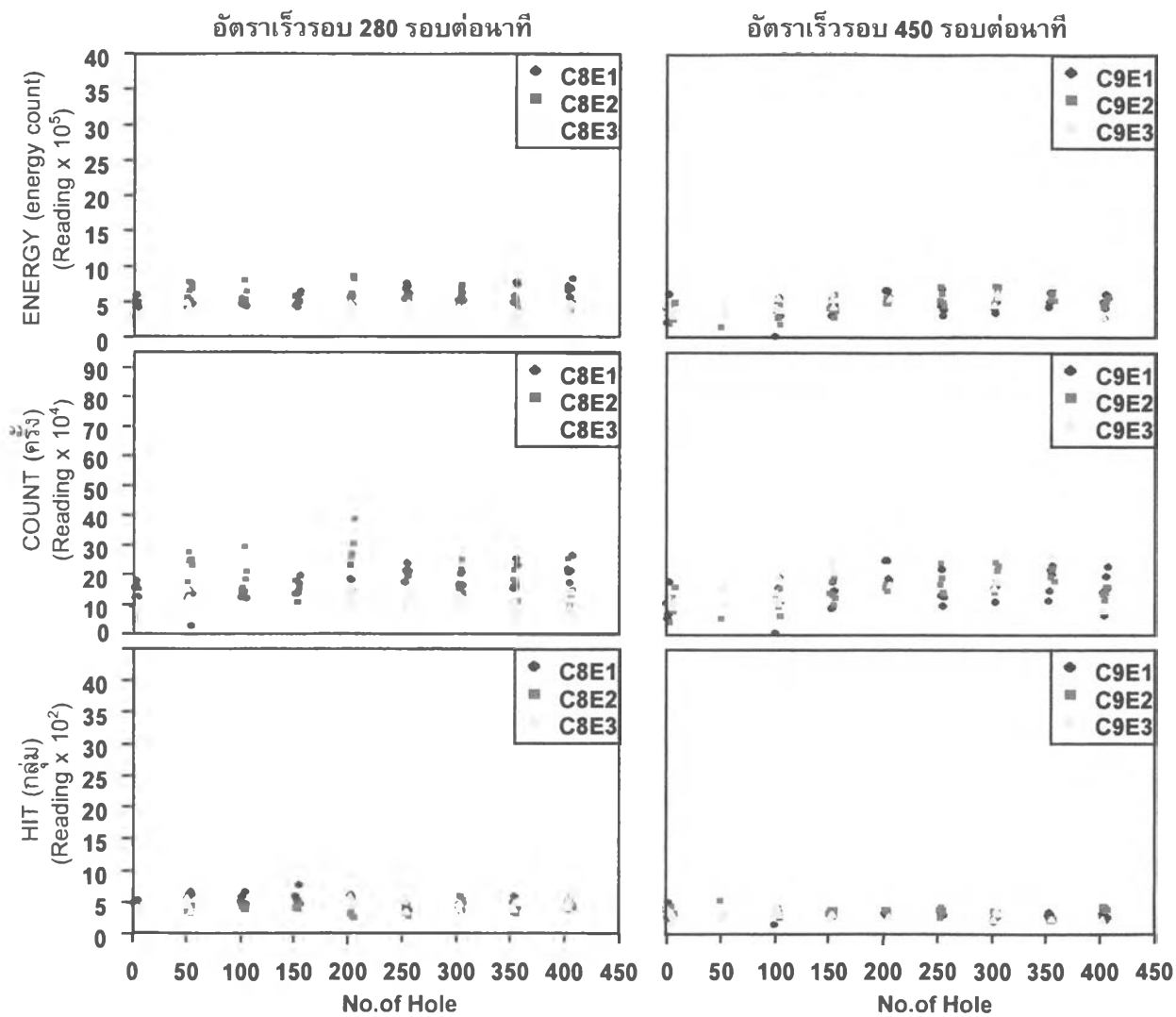
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราเร็วรอบ 710 รอบต่อนาที ช่วง 400 รูเจาะ



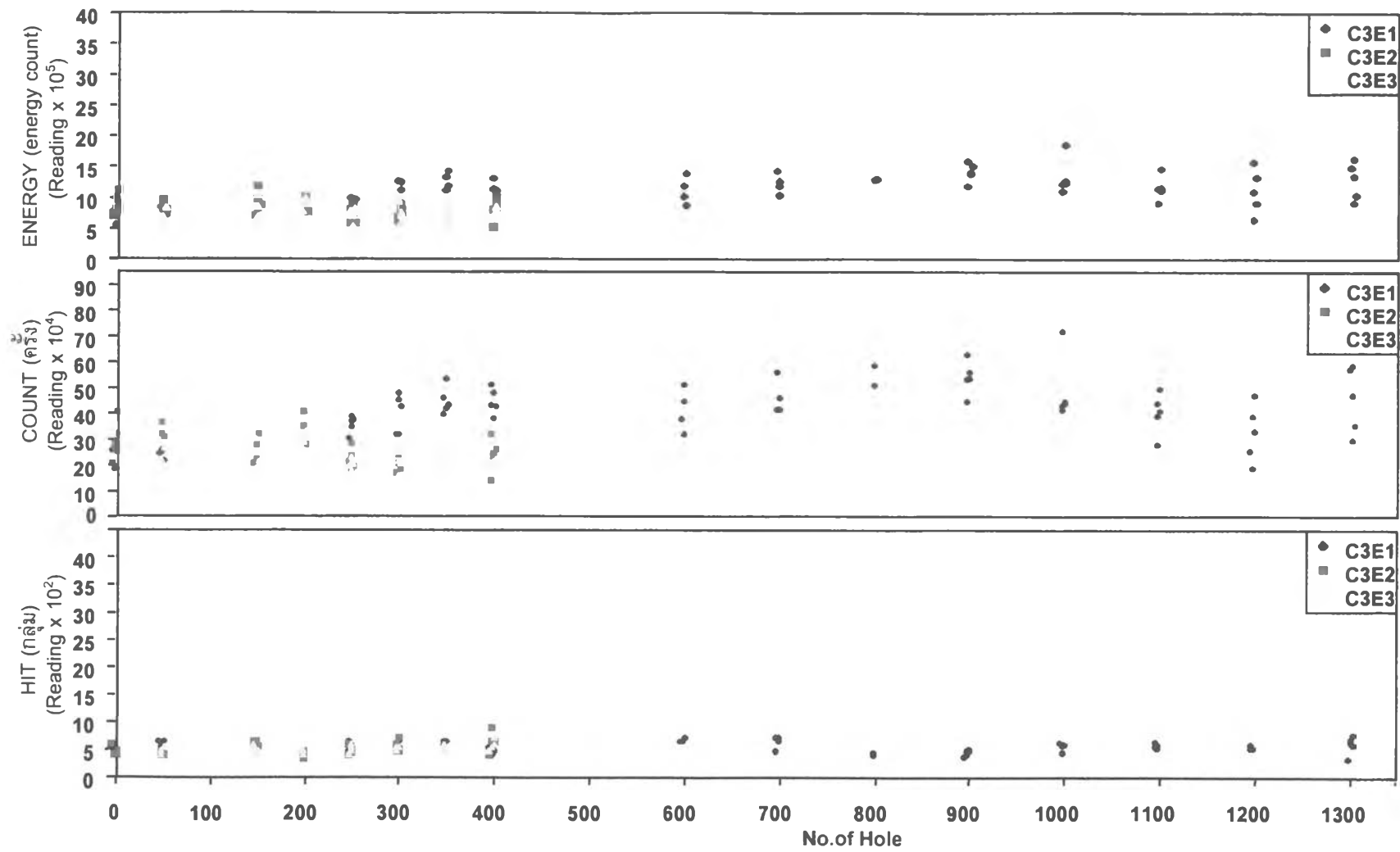
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.08 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ



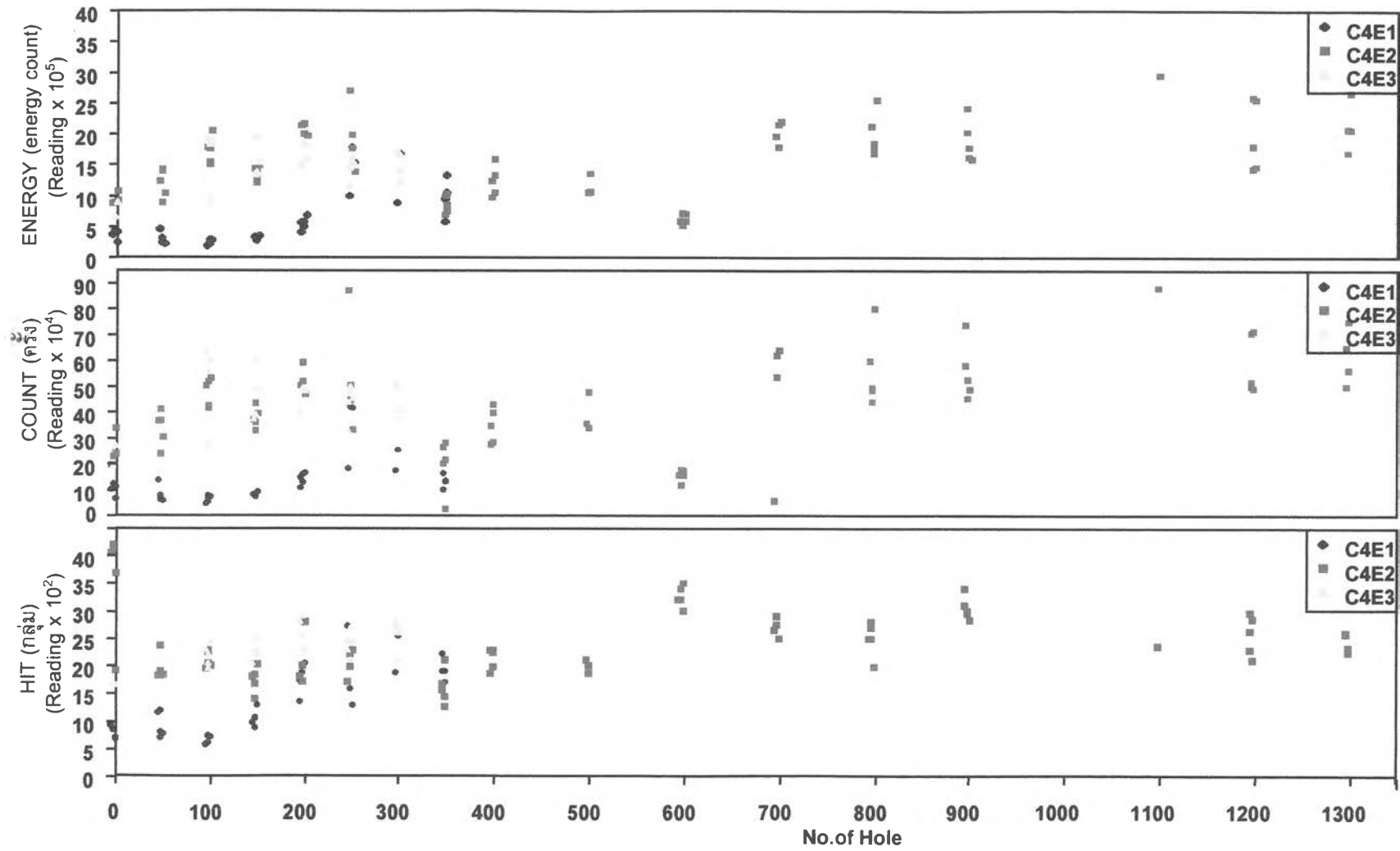
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.12 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ ที่อัตราการป้อน 0.2 มิลลิเมตรต่อรอบ ช่วง 400 รูเจาะ



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ สำหรับดอกสว่าน c3e1 ช่วง 1300 รูเจาะ



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT กับลำดับที่ของรูเจาะ สำหรับดอกสว่าน c4e2 ช่วง 1300 รูเจาะ

ENERGY		
C1	$E = -0.0042x + 8.0562$	$R^2 = 0.0372$
C2	$E = 0.0027x + 3.0490$	$R^2 = 0.0352$
C3	$E = 0.0025x + 8.2028$	$R^2 = 0.0283$
C4	$E = 0.0141x + 9.0520$	$R^2 = 0.0779$
C5	$E = 0.0132x + 9.5719$	$R^2 = 0.1743$
C6	$E = 0.0036x + 10.950$	$R^2 = 0.0249$
C8	$E = 0.0010x + 4.9458$	$R^2 = 0.0070$
C9	$E = 0.0049x + 3.9012$	$R^2 = 0.2329$
COUNT		
C1	$C = -0.0154x + 21.781$	$R^2 = 0.0683$
C2	$C = 0.0069x + 8.3312$	$R^2 = 0.0228$
C3	$C = 0.0020x + 26.272$	$R^2 = 0.0008$
C4	$C = 0.0260x + 26.438$	$R^2 = 0.0284$
C5	$C = 0.0396x + 25.308$	$R^2 = 0.1222$
C6	$C = 0.0076x + 34.288$	$R^2 = 0.0053$
C8	$C = 0.0054x + 14.895$	$R^2 = 0.0139$
C9	$C = 0.0181x + 11.915$	$R^2 = 0.2082$
HIT		
C1	$H = -0.0093x + 14.070$	$R^2 = 0.1271$
C2	$H = 0.0010x + 6.9027$	$R^2 = 0.0053$
C3	$H = 0.0021x + 4.8104$	$R^2 = 0.0834$
C4	$H = 0.0087x + 17.578$	$R^2 = 0.0191$
C5	$H = -0.0023x + 11.468$	$R^2 = 0.0337$
C6	$H = -7E-05x + 8.6404$	$R^2 = 3E-05$
C8	$H = -0.0001x + 4.7670$	$R^2 = 0.0004$
C9	$H = -0.0011x + 3.7175$	$R^2 = 0.0473$

ตารางที่ 4.1 สมการเชิงเส้นระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT ช่วง 400 รูเจาะ

ENERGY		
C3	$E = 0.0043x + 7.9348$	$R^2 = 0.3573$
C4	$E = 0.0097x + 9.6176$	$R^2 = 0.2626$
COUNT		
C3	$C = 0.0179x + 24.81$	$R^2 = 0.3006$
C4	$C = 0.0287x + 25.443$	$R^2 = 0.242$
HIT		
C3	$H = 0.0005x + 5.2369$	$R^2 = 0.0414$
C4	$H = 0.0088x + 17.956$	$R^2 = 0.1635$

ตารางที่ 4.2 สมการเชิงเส้นระหว่าง ENERGY COUNT และ HIT สำหรับ  
คอกส่วาน c3e1 และ c4e2 ช่วง 1300 รูเงาะ