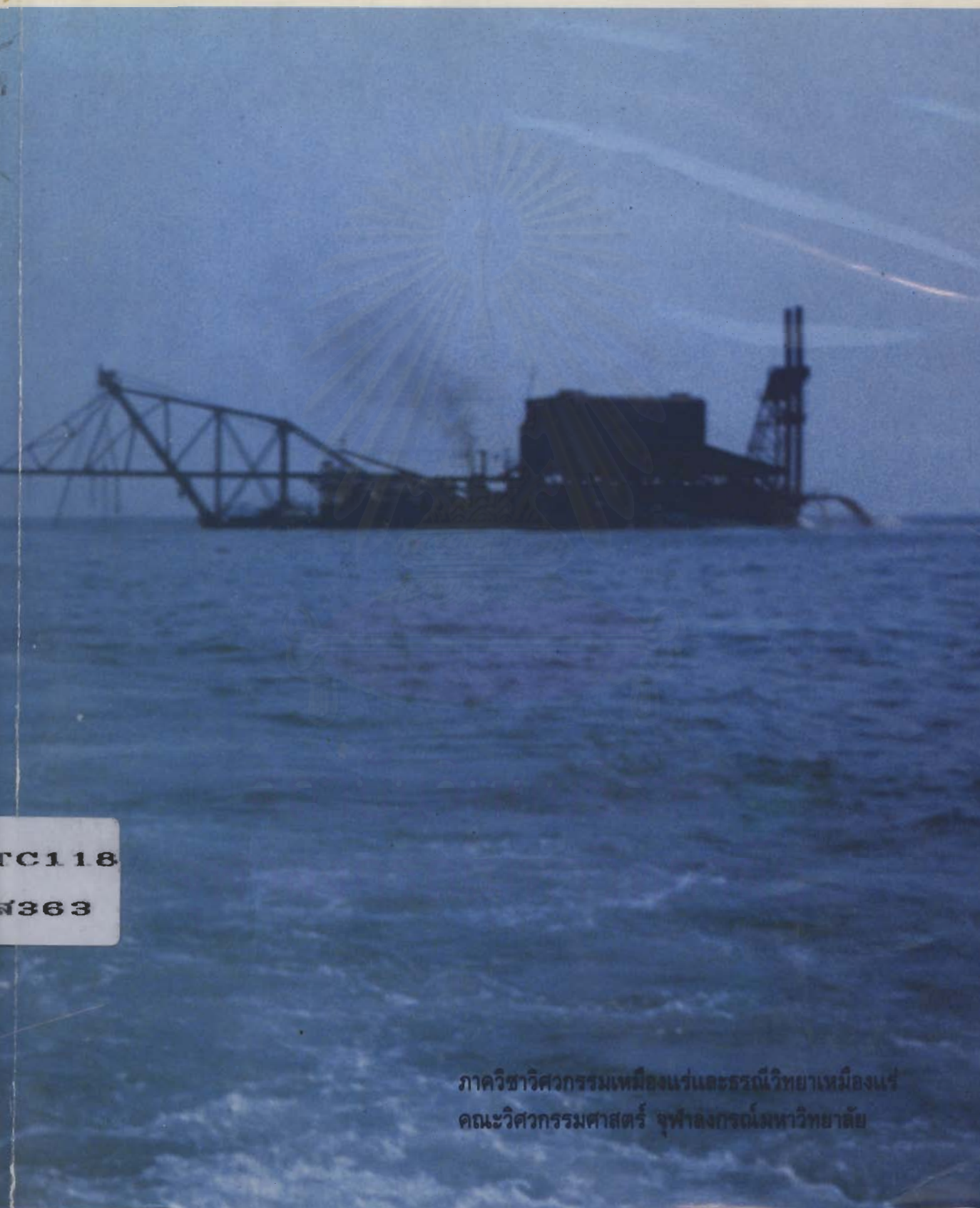
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแร่ดีบุก



TC118
ส363

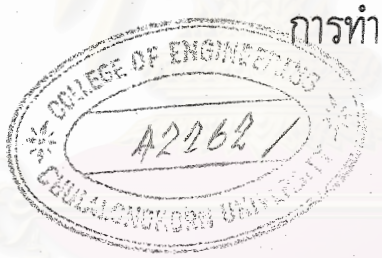
ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยาเหมืองแร่
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TC 118
ส 363

รายงานวิจัย
เรื่อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแร่ดีบุก

ในโครงการศึกษาประสิทธิภาพการทำเหมืองแร่ในทะเล



สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์
ดร. ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์
ดร. ภิญโญ มีชำนะ

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยาเหมืองแร่
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

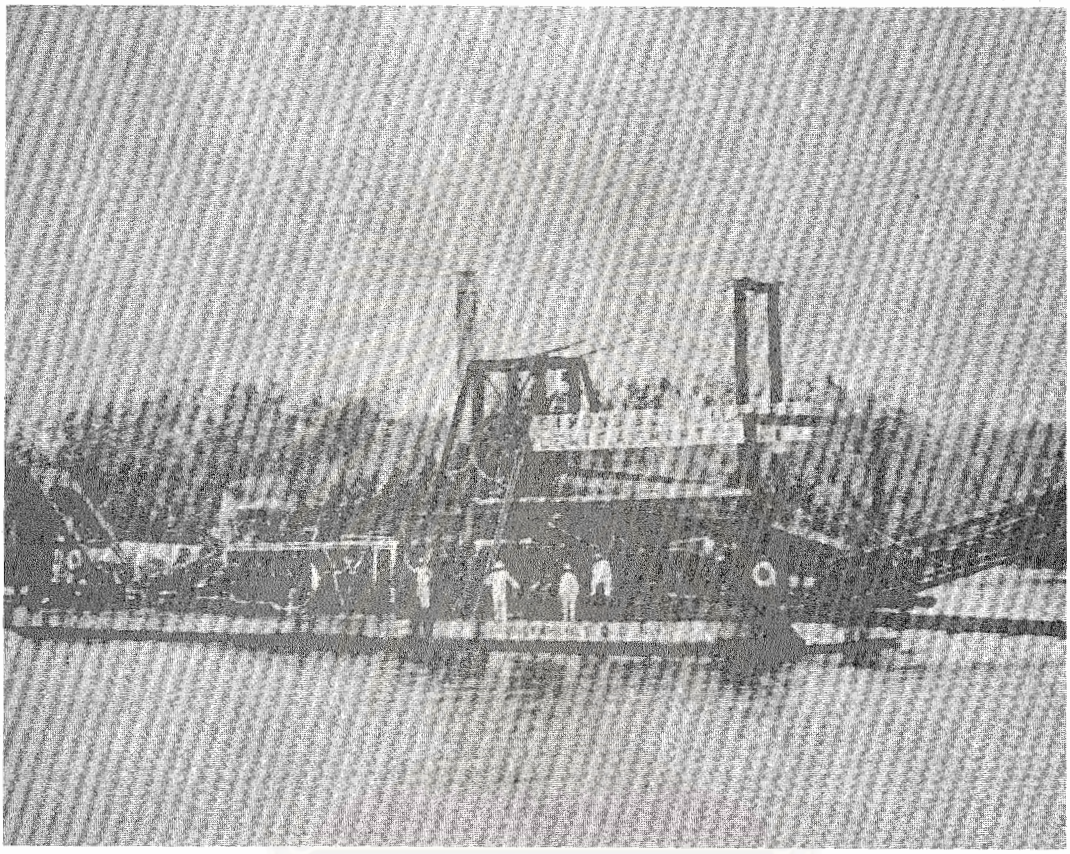
29 สิงหาคม 2531

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ISBN: 974-7774-06-2
พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2532

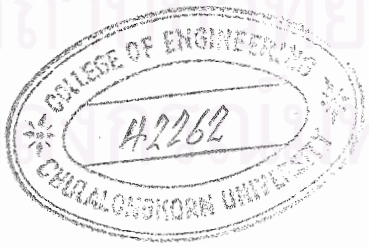
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสือฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสภาการเหมืองแร่ ห้ามมิให้บุคคลหนึ่งบุคคลใด หรือหน่วยงานใด ๆ ก็ตาม ทำเลียนแบบ ลอกเลียน ไม่ว่าการลอกเลียนนั้น จะเป็นในลักษณะใดก็ตาม โดยปราศจากการเห็นชอบของสภาการเหมืองแร่



เรือขุดดีบุกลำแรกของประเทศไทย
เริ่มดำเนินการขุดที่อ่าวทุ่งคา จังหวัดภูเก็ตในปี พ.ศ. 2450

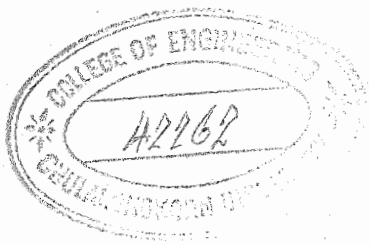
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



คำนำ

รายงานวิจัย เรื่อง "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแร่ดีบุก" ฉบับนี้ เป็นผลงานที่เกิดจากความริเริ่มของคณะอนุกรรมการวิชาการ สภาการเหมืองแร่ซึ่งมีความเห็นพ้องกันว่า ในปัจจุบันมีการประกอบการทำเหมืองแร่ในทะเล โดยภาคเอกชนมีเป็นจำนวนมาก หากผู้สนใจในวงการนี้ไม่ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำเหมืองแร่ในทะเล หรือเรือขุดแร่ดีบุกนอกชายฝั่งทะเลได้เพียงพอ จะมีผลทำให้การดำเนินงานไม่ได้ผลดี หรือขาดประสิทธิภาพอย่างแน่นอน จึงสมควรที่สภาการเหมืองแร่ ซึ่งเป็นองค์กรที่มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมสนับสนุนการศึกษา ค้นคว้าวิจัย และทดลองเกี่ยวกับอุตสาหกรรมและธุรกิจเหมืองแร่ จะได้ดำเนินการขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสมาชิก และผู้สนใจทั่วไป

แนวทางการดำเนินงานดังกล่าวนี้ ได้รับความสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก นายอุดม ภู่เจริญ กรรมการสภาการเหมืองแร่ (2529-2531) และทีมงานที่สภาการเหมืองแร่ไม่อาจละเว้นการกล่าวถึงได้ คือ การปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิผลยิ่งของคณะผู้ศึกษา จากภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และนักธรณีวิทยาเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งคณะอาจารย์และนิสิต นำโดย ผศ.ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์ ผศ.สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์ และ ดร.ภิญโญ มีชำนะ ซึ่งได้ร่วมมือกันดำเนินการศึกษา ทั้งการเก็บข้อมูลภาคสนาม และการวิเคราะห์ข้อมูลจนเกิดเป็นรายงานวิจัยที่สมบูรณ์ฉบับนี้ได้ เป็นที่หวังได้ว่า รายงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมและธุรกิจเหมืองแร่ได้อย่างดี ซึ่งสภาการเหมืองแร่ใคร่ขอขอบคุณอย่างยิ่งมา ณ ที่นี้ด้วย



ดามพ์ ทิวทอง
ประธานสภาการเหมืองแร่

ปัญญา อดุลยพิจิตร
เลขาธิการสภาการเหมืองแร่
เมษายน 2532

คำนำ
คณะผู้ศึกษา

รายงานฉบับนี้เป็นผลการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแร่ดีบุกนอกชายฝั่งทะเล ในเขตจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดพังงา ในโครงการศึกษาประสิทธิภาพการทำเหมืองแร่ในทะเล ซึ่งสนับสนุนค่าใช้จ่ายโดยสภาการเหมืองแร่ ข้อมูลภาคสนามถูกเก็บรวบรวมในระหว่างเดือนเมษายน 2530 จากนั้นจึงได้ทำการศึกษาจำแนกและวิเคราะห์ โดยมุ่งหวังเพื่อจะหาแนวทางการออกแบบเรือขุดแร่ดีบุกนอกชายฝั่งทะเลที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานของท้องถิ่น

ผลของรายงานฉบับนี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการทำเหมืองเรือขุดแร่ดีบุกได้ตามสมควร

สฤทธิ์เดช พัฒนเศรษฐพงษ์
ดร.ขวัญชัย ลีเผ่าพันธุ์
ดร.ภิญโญ มีชำนะ

29 สิงหาคม 2531

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ข้อมูลจากการทำงานของเรือขุดแร่ดีบุกนอกชายฝั่งทะเล ในเขตท้องที่จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา ได้ถูกรวบรวมศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเรือขุดแร่แบบต่าง ๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเรือขุดแร่ดีบุกที่เหมาะสมกับสภาพการทำงานภายในประเทศ จากการศึกษาพบว่า เรือขุดแร่แบบ Bucket Dredge ใช้จำนวนแรงม้าของเครื่องยนต์ติดตั้งบนเรือขุดน้อยกว่าแบบของเรือขุดแบบ Suction Cutter ถึง 3 เท่า และขนาดของลำตัวเรือขุดมีส่วนสัมพันธ์กับขนาดของเรือขุดแร่แบบต่าง ๆ เห็นได้ชัดเจน นอกจากนั้น พื้นที่ผิวจิ๊กต่ออัตราแร่ป้อน (ม^2/ลบ.ม/ชม.) พบว่า เป็นแนวทางที่ใช้ในการพิจารณาจำนวนจิ๊กขุดที่ 1 บนเรือขุดได้

การทำงานของเรือขุดนั้น ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพรวมเพียง 70% ของที่ออกแบบไว้ และเรือขุดแร่แบบบักเก็ตจะขุดดินทรายได้ 80–160 ลบ.ม/แรงม้า/เดือน และเรือขุดดัดแปลง (Modified Suction Cutter Dredge) ขุดดินทรายได้ 55–70 ลบ.ม/แรงม้า/เดือน และเรือดัน (Suction Boat) ขุดดินทรายได้ 7–15 ลบ.ม/แรงม้า/เดือน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเรือขุดเฉลี่ยประมาณ 15–27 บาท/ลบ.ม โดยที่เรือขุดดัดแปลงมีค่าใช้จ่ายดำเนินงาน 10–16 บาท/ลบ.ม เรือดันมีค่าใช้จ่ายประมาณ 22–30 บาท/ลบ.ม

ในรายงานได้มีการพิจารณาแนวทางการออกแบบเรือขุดแร่ดีบุกในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ขนาดของลำตัวเรือขุด ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลัง การวางเครื่องจักร การเลือกประเภทของเรือขุดแร่ อุปกรณ์ควบคุมการขุดแร่ ระบบการลดแรงกระแทกและการแต่งแร่บนเรือขุด

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สภาการเหมืองแร่
2. องค์การเหมืองแร่ในทะเล
3. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต
4. สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัด ภูเก็ต
5. สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัด พังงา
6. สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัด ตะกั่วป่า

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คณะผู้ทำการศึกษาใคร่ขอขอบคุณอย่างสูงต่อคุณดามพ์ ทิวทอง ประธานสภาการเหมืองแร่ ผู้ได้ให้โอกาสสนับสนุน และผลักดันให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ในที่สุด

คณะผู้ศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		5
บทคัดย่อ		9
กิตติกรรมประกาศ		11
สารบัญ		13
สารบัญรูป และตาราง		15
บทที่ 1	**บทนำ**	17
	1.1 ความเป็นมา	17
	1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	17
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	17
	1.4 เป้าหมายของการศึกษา	18
บทที่ 2	**การดำเนินงาน**	19
	2.1 พื้นที่ศึกษา	19
	2.2 การดำเนินการเก็บข้อมูล	19
	2.3 การจำแนกข้อมูล	21
	2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	21
	2.5 ปัญหาและข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูล	21
บทที่ 3	**การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเรือขุด**	23
	3.1 การเปรียบเทียบรูปร่างและลักษณะของเรือขุดแร่	23
	3.2 การเปรียบเทียบการทำงานของเรือขุด	41
	3.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของเรือขุด	46
บทที่ 4	**แนวความคิดในการออกแบบเรือขุดแร่ดีบุก**	53
	4.1 ลำตัวเรือขุด	53
	4.2 ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลังและการส่งผ่านกำลังงาน	54
	4.3 การวางตำแหน่งเครื่องจักรกลบนเรือขุดแร่	59
	4.4 การเลือกประเภทของเรือขุดแร่	60
	4.5 ระบบควบคุมการขุด และลดแรงกระแทก	64
	4.6 การแต่งแร่ดีบุกบนเรือขุด	65

		หน้า
บทที่ 5	**อุตสาหกรรมการทำเหมืองเรือขุดในทะเล**	71
	5.1 การทำเหมืองแร่เรือขุดในยุคแรกเริ่ม	71
	5.2 พื้นที่ทำเหมืองขุดแร่ดีบุก	72
	5.3 โครงสร้างของการทำเหมืองเรือขุดแร่ดีบุกในทะเล	72
บทที่ 6	**สรุปและเสนอแนะ**	75
	6.1 บทสรุป	75
	6.2 ข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง		77
ภาคผนวก ก.	ข้อมูลเรือขุดแร่	79
ภาคผนวก ข.	ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่จากเรือขุดแร่	147

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปและตาราง

รูป

หน้า

รูปที่ 2-1	แถบบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดภูเก็ตและพังงา และพื้นที่ประทานบัตรทำเหมืองแร่ในทะเล	20
รูปที่ 3-1	Total Displacement	26
รูปที่ 3-2	Operating Displacement	27
รูปที่ 3-3	Installed Horsepower	28
รูปที่ 3-4	Operating HP	29
รูปที่ 3-5	Maximum Cutting Depth	30
รูปที่ 3-6	Suction Pipe Diameter	31
รูปที่ 3-7	Primary Jig Surface	33
รูปที่ 3-8	Primary Jig Feed Rate	34
รูปที่ 3-9	Primary Jig Surface per Feed Rate	35
รูปที่ 3-10	Secondary Jig Surface Area	37
รูปที่ 3-11	Secondary Jig Feed Rate	38
รูปที่ 3-12	Secondary Jig Area/Feed Rate	39
รูปที่ 3-13	Dredge Personnel	40
รูปที่ 3-14	Operating Capacity	42
รูปที่ 3-15	Working Hour	43
รูปที่ 3-16	Operating CU.M/HP	44
รูปที่ 3-17	Operating CU.M/MAN-HP	45
รูปที่ 3-18	Labor Cost/CU.M	47
รูปที่ 3-19	Fuel Coat/CU.M	48
รูปที่ 3-20	Repair Cost/CU.M	49
รูปที่ 3-21	Misc Cost/CU.M	50
รูปที่ 3-22	Dredge Operating Cost/CU.M	51
รูปที่ 3-23	Suction Dredge Operation Cost/CU.M	52

หน้า

รูปที่ 4-1 ลำตัวเรือขุดบ่อดาน 54
รูปที่ 4-2 โครงลำตัวเรือขุดอันดามัน 54
รูปที่ 4-3 เครื่องยนต์ดีเซลขับปั๊มทรายบนเรือดัน 54
รูปที่ 4-4 เครื่องยนต์ MITSUL DEUTZ-120 แรงม้า 55
รูปที่ 4-5 เครื่องยนต์ CUMMINS N 335-280 แรงม้า 55
รูปที่ 4-6 ระบบไฮดรอลิคขับปั๊มทรายใต้น้ำ 55
รูปที่ 4-7 ไฮดรอลิคมอเตอร์ขับเคลื่อนตะแรงหมุน 56
รูปที่ 4-8 ระบบไฮดรอลิคขับจิ๊ก 57
รูปที่ 4-9 ระบบไฮดรอลิคควบคุมการขับจิ๊ก 57
รูปที่ 4-10 ระบบไฮดรอลิคบนเรือ ASC 1 58
รูปที่ 4-11 ระบบไฮดรอลิคบนเรือกลุ่มรวมใจ 58
รูปที่ 4-12 การวางตำแหน่งของเครื่องจักรแต่งแร่บนเรือขุด 60
รูปที่ 4-13 บักเก็ตบนเรือขุดบ่อดาน 61
รูปที่ 4-14 บักเก็ตบนเรือขุดบุญสูง 3 61
รูปที่ 4-15 Casing ของปั๊มดูดหินทรายบนเรือ Suction Cutter Dredge 62
รูปที่ 4-16 Cutter ของเรือดัน สุริยัน-จันทรา 62
รูปที่ 4-17 Cutter บนเรือขุดวัฒนสิน 3 63
รูปที่ 4-18 ติดตั้งปั๊มหินทราย บริเวณกลางท่อดูดบนเรือ ASC 1 63
รูปที่ 4-19 สปริงลดแรงกระแทกที่บันไดกับเรือดัน 64
รูปที่ 4-20 สปริงลดแรงกระแทก 65
รูปที่ 4-21 ระบบลดแรงกระแทกของเรือขุดบ่อดาน 65
รูปที่ 4-22 แผนผังกระบวนการแต่งแร่บนเรือขุดโดยสังเขป 66
รูปที่ 4-23 Circular Jig บนเรือวัฒนสิน 3 67
รูปที่ 4-24 Yuba Jig บนเรือบุญสูง 3 68
รูปที่ 4-25 Pan-American Jig 68
รูปที่ 4-26 Half-Circular Jig บนเรือ ASC 5 69

รูปที่ 5-1 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ขององค์กรและหน่วยงานในอุตสาหกรรมเหมืองเรือขุด 73

ตาราง

ตารางที่ 3-1 (ก), (ข) เปรียบเทียบตัวแปรรูปร่างลักษณะของเรือขุด 24-25
ตารางที่ 3-2 (ก), (ข) เปรียบเทียบการทำงานและค่าใช้จ่าย 41-42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ประเทศไทยได้มีการทำเหมืองดีบุกมาเป็นเวลาช้านาน แหล่งดีบุกส่วนใหญ่เป็นแหล่งแร่ประเภทลานแร่ซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของดีบุกและดินทรายจากการผุพังของแหล่งแร่ต้นกำเนิด

แหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญแห่งหนึ่งในประเทศคือ แหล่งแร่ซึ่งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลภูเก็ตและพังงา ซึ่งได้มีการทำเหมืองโดยใช้เรือขุดแร่ดีบุกมาเป็นเวลานานแล้ว เริ่มต้นครั้งแรกที่อ่าวทุ่งคา จังหวัดภูเก็ต โดยกัปตันเอ็ดวาร์ด ที ไมล์ ในปี พ.ศ. 2450 ได้นำเอาเรือขุดแร่มาใช้ในการทำเหมืองให้กับบริษัททุ่งคาฮาเบอร์

อุตสาหกรรมการทำเหมืองแร่ดีบุกบริเวณชายฝั่งทะเลได้มีการพัฒนาและนำรายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมากนับเป็นธุรกิจที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ต และพังงา ที่ผ่านมาได้มีการนำเรือขุดแร่ส่งต่อจากประเทศมาเลเซีย สิงค์โปร์ มาใช้ขุดแร่ระยะไม่นานมานี้ก็เกิดการดัดแปลง นำเรือขุดลอกร่องน้ำมาใช้เป็นเรือขุดแร่โดยการดัดแปลงและเพิ่มเติมกระบวนการแต่งแร่ไว้บนเรือส่วนหนึ่ง ส่วนนักลงทุนรายย่อยได้มีการต่อเรือดูดแร่ขนาดเล็กขึ้นมาใช้งานทำให้เกิดประเภทขนาดของเรือขุดแร่แบบต่าง ๆ กัน

การพัฒนาเทคโนโลยีต่อเรือขุดดังกล่าว น่าจะมีการศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ กัน เพื่อให้มองเห็นภาพพจน์โดยส่วนรวมถึงลักษณะเรือขุด การใช้งานรวมทั้งค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

รายงานศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแร่นี้เป็นเล่มที่ 1 ใน 2 เล่มของโครงการศึกษาประสิทธิภาพการทำเหมืองแร่ในทะเล ซึ่งสนับสนุนค่าใช้จ่ายโดยสภาการเหมืองแร่

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

สามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ ซึ่งปฏิบัติการในเขตชายฝั่งทะเล จังหวัดภูเก็ตและพังงา
2. เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ
3. เพื่อหาภาพรวมของการออกแบบของเรือขุดที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางของการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของเรือขุดในรายละเอียดต่อไป
4. เพื่อเผยแพร่ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรือขุดแร่ให้กับภาคอุตสาหกรรมเหมืองแร่

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาจึงได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาไว้ดังต่อไปนี้

1. คณะทำงานได้เก็บข้อมูลของเรือขุด ซึ่งทำงานในเขตสัมปทานขององค์การเหมืองแร่ในทะเล (อ.ม.ท.) ซึ่งมีพื้นที่สัมปทานในเขตจังหวัดภูเก็ตและพังงา

2. ข้อมูลการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ เป็นข้อมูลของเรือขุดแร่ซึ่งทำงานในช่วง 6 เดือน ถึง 12 เดือน ที่ผ่านมา

3. การพิจารณาค่าใช้จ่ายของเรือขุดจะคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายดำเนินการของเรือขุดเท่านั้น โดยไม่คำนึงถึงค่าดอกเบี้ย เงินลงทุน และค่าเสื่อมราคาจากการลงทุนซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละบริษัท

4. การศึกษาเปรียบเทียบเรือขุดแต่ละลำจะพิจารณาเฉพาะภาพรวมของการทำงานเรือขุดโดยเฉลี่ยเท่านั้น ยังมีปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดซึ่งไม่สามารถจะนำมาพิจารณาในรายงานได้ อาทิเช่น

- ระบบการบริหารงานของบริษัทเรือขุดแร่
- เทคนิคการซ่อมบำรุงของเรือขุดแต่ละลำ และความชำนาญของเจ้าหน้าที่และพนักงานเรือขุด
- ความสมบูรณ์ของแหล่งแร่ผลผลิตแร่ และผลสะท้อนต่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานบนเรือขุด

1.4 เป้าหมายของการศึกษา

คณะผู้ศึกษาวิจัยมุ่งหวังว่าผลของการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแบบต่าง ๆ กัน จะก่อให้เกิดตัวเลขและแนวทางสำหรับการออกแบบเรือขุดแร่ในประเทศไทย เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและเงื่อนไขท้องถิ่น (ในเขตชายฝั่งทะเล จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา)

1. ขนาดของลำเรือขุดที่เหมาะสมกับความสามารถขุดดินของเรือขุด (Dredge Capacity)
2. ขนาดของเครื่องยนต์และจำนวนแรงม้าที่ใช้งาน
3. ขนาดของจิ๊กและประเภทของจิ๊กที่ใช้ในการแต่งแร่บนเรือขุด
4. ประสิทธิภาพของเรือขุดโดยเฉลี่ย
5. ค่าใช้จ่ายในการขุดดินของเรือขุดแบบต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การดำเนินงาน

2.1 พื้นที่ศึกษา

การทำเหมืองเรือขุดแร่ดีบุกแถบบริเวณชายฝั่งทะเลดังปรากฏในรูปที่ 2-1 อยู่ภายใต้การควบคุม และดูแลของสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดพังงา และทรัพยากรธรณีจังหวัดตะกั่วป่า ในบริเวณดังกล่าวมีผู้ขอประทานบัตรทำเหมืองแร่ดีบุกจำนวนมากมาย อาทิเช่น องค์การเหมืองแร่ในทะเล บริษัทเรือขุดแร่บุญสูง จำกัด บริษัทเรือขุดแร่จุติ จำกัด บริษัทอ่าวขามไทย จำกัด องค์การบริหารส่วนจังหวัดพังงา บริษัททุ่งคาฮารเบอร์ จำกัด และ ฯลฯ มีพื้นที่ประทานบัตรรวมกันประมาณ 176,000 ไร่ รวมจำนวนประทานบัตรเหมืองแร่ในทะเล 53 แปลง

ในเขตพื้นที่การทำเหมืองเรือขุดดังกล่าว ทางคณะผู้ศึกษาได้รับความร่วมมือจากองค์การเหมืองแร่ในทะเล และสภาการเหมืองแร่ ให้จัดทีมงานเก็บข้อมูลจากบริษัทเรือขุดแร่ต่าง ๆ ซึ่งรับจ้างขุดแร่ในพื้นที่ประทานบัตรขององค์การเหมืองแร่ในทะเล รวมทั้งเดินทางไปเก็บข้อมูลโรงแต่งแร่ดีบุกทั้งในเขตจังหวัดภูเก็ตและอำเภอตะกั่วป่า

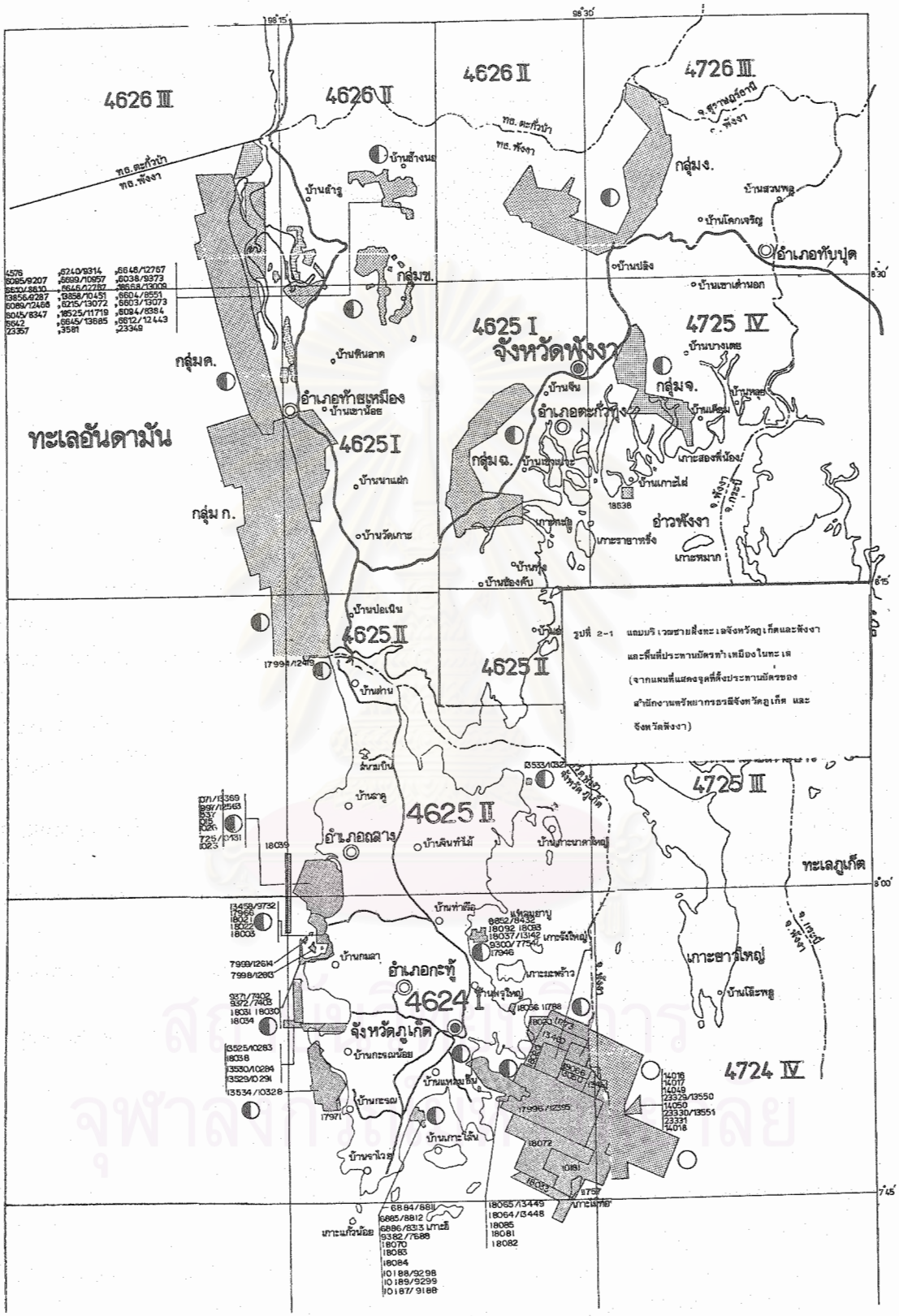
2.2 การดำเนินการเก็บข้อมูล

คณะศึกษาประกอบด้วย

1. คณาอาจารย์ นิสิต ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และธรณีวิทยาเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. เจ้าหน้าที่ทรัพยากรธรณีเขต 2 จังหวัดภูเก็ต
3. เจ้าหน้าที่สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ต
4. พนักงานองค์การเหมืองแร่ในทะเล
5. ผู้ประสานงานจากสภาการเหมืองแร่

ระหว่างวันที่ 3 เมษายน ถึง 17 เมษายน 2530 คณะศึกษาได้เก็บข้อมูลจากเรือขุดแร่ดีบุก โรงแต่งแร่ดีบุกและสำนักงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เรือขุดแร่ บ่อดาน ขององค์การเหมืองแร่ในทะเล
2. เรือขุดแร่ # 2 ของบริษัทเรือขุดแร่บุญสูง จำกัด
3. เรือขุดแร่ # 3 ของบริษัทเรือขุดแร่บุญสูง จำกัด
4. เรือขุดแร่วัฒนสิน 3 ของบริษัทเรือขุดแร่ไทยวัฒนะ จำกัด
5. เรือขุดแร่ # ASC 1 ของบริษัทเอเชียแสตนนั่ม จำกัด
6. เรือขุดแร่ # ASC 2/5 ของบริษัทเอเชียแสตนนั่ม จำกัด
7. เรือดัน รุ่งสยาม 1
8. เรือดัน รุ่งสยาม 2
9. เรือดัน กลุ่มรวมใจ
10. เรือดัน ลานเททอง
11. เรือดันสุริยัน-จันทรา
12. เรือดัน ของบริษัทดีบุกอันดามันจำกัด (อยู่ระหว่างการก่อสร้าง)
13. โรงแต่งแร่ของบริษัทเรือขุดแร่บุญสูง จำกัด
14. โรงแต่งแร่ บริษัท SA Mineral จำกัด
15. โรงแต่งแร่รุ่งอรุณ



รูปที่ 2-1 แถบบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดภูเก็ตและพังงา และพื้นที่ประทานบัตรทำเหมืองในทะเล (จากแผนที่แสดงจุดที่ตั้งประทานบัตรของสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา)

รูปที่ 2-1 แถบบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดภูเก็ตและพังงา และพื้นที่ประทานบัตรทำเหมืองในทะเล
(จากแผนที่แสดงจุดที่ตั้งประทานบัตรของสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดพังงา)

16. โรงแต่งแร่ภูเก็ตสหสินแร่ไทย

ข้อมูลทางด้านเรือขุดได้ทั้งจากการสอบถามเจ้าหน้าที่พนักงานที่เกี่ยวข้องและจากเอกสารที่มีอยู่ของบริษัท

2.3 การจำแนกข้อมูล

ข้อมูลจากเรือขุดได้ถูกนำมารวบรวมรายละเอียด แต่ละลำพร้อมทั้งคำนวณและเปรียบเทียบตัวแปรของเรือขุด รวมทั้งค่าใช้จ่ายและการทำงานของเรือขุด โดยกำหนดสมมุติฐานเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดหายไป (ข้อมูลทั้งหมดได้ส่งคืนไปบริษัทเรือขุดแร่ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปวิเคราะห์) รายละเอียดข้อมูลของเรือขุดแต่ละลำแสดงในภาคผนวก ก.1-ก.12

ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกแจกแจงดังต่อไปนี้

2.3.1 รูปร่างลักษณะของเรือขุด (Dredge Configuration) ได้แก่

- ประเภทของเรือขุด
- ขนาดความกว้างยาวและสูงของลำตัวเรือ
- ระวางขับน้ำของลำตัวเรือขุด (Dredge Displacement)
- กำลังม้า (ของเครื่องยนต์) ที่ใช้งานบนเรือขุด
- ความลึกที่ขุดดินได้
- ขนาดของท่อดูดและขนาดของ Cutter
- ปริมาณการขุดต่อเดือนที่คาดว่าจะทำงานได้
- ขนาดของตะแกรงและรูตะแกรง
- ประเภทของจิ๊กชุดที่ 1
- ขนาดของจิ๊กแต่ละตัว
- พื้นที่ผิวหน้าของจิ๊กชุดที่ 1
- พื้นที่ผิวหน้าของจิ๊กชุดที่ 1 ต่ออัตราป้อน
- ประเภทจิ๊กชุดที่ 2
- ขนาดของจิ๊กชุดที่ 2 แต่ละตัว
- พื้นที่ผิวหน้าของจิ๊กชุดที่ 2
- พื้นที่ผิวหน้าของจิ๊กชุดที่ 2 ต่ออัตราป้อน
- จำนวนบุคคลากรบนเรือขุดและจำนวนคน-ชั่วโมง บนเรือขุดต่อเดือน

2.3.2 การทำงานของเรือขุด ได้แก่

- ปริมาตรดินที่ขุดขนได้เฉลี่ยต่อเดือน
- ชั่วโมงทำงานเฉลี่ยต่อเดือน
- ปริมาตรดินที่ขุดได้ต่อชั่วโมง
- ปริมาตรที่ขุดขนได้เฉลี่ยต่อแรงม้าที่ใช้บนเรือขุด
- ปริมาตรดินที่ขุดขนได้เฉลี่ยต่อคน-ชั่วโมงบนเรือขุด

2.3.3 ค่าใช้จ่ายของเรือขุด ได้แก่

- ค่าแรงต่อปริมาณที่ขุดได้
- ค่าเชื้อเพลิงต่อปริมาตรดินที่ขุดได้
- ค่าซ่อมบำรุงต่อปริมาตรดินที่ขุดได้
- ค่าใช้จ่ายดำเนินการเฉลี่ยต่อปริมาตรดินที่ขุดได้

2.3.4 ตัวอย่างแร่และดิน ทราย จากจิ๊กบนเรือขุด ตัวอย่างแร่และมูลดินทรายจากจิ๊กบนเรือขุดได้ถูกเก็บและรวบรวมจากเรือขุด 6 ลำ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลขั้นต้นได้ถูกนำมาพิจารณา เพื่อประเมินความสามารถในการทำงานของเรือขุด ต่อหน่วยปริมาตรดินที่ขุดเพื่อหาค่าเฉลี่ย

ตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบ เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรของเรือขุดแต่ละลำ แต่ละประเภทเทียบกับขนาดการทำงานของเรือขุด (Dredge Capacity) ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้ด้วยกราฟรูปต่าง ๆ

2.5 ปัญหาและข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูล

มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลพอแจกแจงได้ดังนี้

2.5.1 ปริมาตรดินที่ขุดขนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรือดันขนาดเล็กยังไม่มีการวัดหรือจัดทำข้อมูลบันทึกไว้เป็นหลักฐาน การประมาณการจึงเกิดจากขนาดของปั๊มและท่อดูด รวมทั้งค่าเฉลี่ยชั่วโมงทำงาน จำเป็นจะต้องอาศัยประสบการณ์และข้อมูลจากการทำเหมืองดีบุกในลานแร่เป็นบรรทัดฐาน

2.5.2 ข้อมูลค่าใช้จ่ายในส่วนที่เกี่ยวพันกับเรือดันขนาดเล็ก ยังไม่มีการเก็บบันทึกเป็นหลักฐานยกเว้นหรือขุดบางลำเก็บบันทึกเป็นค่าเฉลี่ยตลอดปี

2.5.3 ปริมาณข้อมูลและจำนวนเรือขุดยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สำหรับการศึกษาในรายละเอียดจะต้องมีการเก็บข้อมูลเรือขุดประเภทเดียวกันให้มากขึ้น

ห้องสมุดกลางวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเรือขุด

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเรือขุดแร่สามารถแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

1. รูปร่าง และลักษณะของเรือขุดแร่
2. การทำงานของเรือขุดแร่
3. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของเรือขุดแร่

3.1 การเปรียบเทียบรูปร่างและลักษณะของเรือขุดแร่

ตารางที่ 3-1 (ก) และตารางที่ 3-1 (ข) แสดงให้เห็นถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้พิจารณาเพื่อเปรียบเทียบรูปร่างและลักษณะของเรือขุดแร่ต่าง ๆ กันจำนวน 11 ลำ ซึ่งประกอบด้วย

1. **เรือขุดแร่แบบใช้บักเก็ต** (Bucket Dredge) จำนวน 3 ลำ ได้แก่ เรือขุดบ่อดาน เรือขุดบุญสูง 2 (BOONS 2) และเรือขุดบุญสูง 3 (BOONS 3) ทั้ง 3 ลำเป็นเรือขุดสั่งต่อจากต่างประเทศทั้งสิ้น

2. **เรือขุดแบบ** Modified Suction Cutter ซึ่งดัดแปลงมาจากเรือประเภทอื่น การดัดแปลงทำโดยการติดตั้งเครื่องมือแยกแร่ได้แก่ จิ๊กชุดที่ 1 และจิ๊กชุดที่ 2 ติดตั้งตะแกรงดัดขนาดและอื่น ๆ เรือขุดแบบนี้มี 3 ลำ ได้แก่ เรือวัฒนสิน 3 (THAIWATANA) เรือ ASC 1 และเรือ ASC 2/5 (เรือดูดแร่ต่อพ่วงกับแพแต่งแร่) เรือทั้ง 3 ลำดัดแปลงในประเทศทั้งสิ้น

3. **เรือขุดแบบเรือดัน** (Suction Boat) เป็นเรือที่ต่อขึ้นภายในประเทศขนาดเล็ก เงินลงทุนน้อย จำนวน 5 ลำ ได้แก่ เรือรุ่งสยาม 1 เรือรุ่งสยาม 2 เรือกลุ่มรวมใจ เรือลานทอง และเรือสุริยัน-จันทรา

ตารางที่ 3-1 (ก)

REMARK:

1) TO COMPARE DESIGNED CONFIGURATION
2) TO COMPARE WORK PERFORMANCE BETWEEN DREDGES
3) TO TO COMPARE COST ANALYSIS

	BODAN	BOONS3	BOONS2	THAIWATNA	ASC2+5	ASC1
CONFIGURATION						
TYPE	BUCKET	BUCKET	BUCKET	SUCT CUT	SUCT CUT	SUCT CUT
BUCKET SIZE(CU.FT)	16.00	9.00	8.00			
SUCTION PIPE(INCH)				36.00	26.77	18.00
TOTAL DISPLACEMENT(TON)	7590.00	2259.70	2548.53	8000.00	4549.54	1705.00
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	4554.00	1665.04	1529.12	4000.00	3218.00	1252.00
DREDGE OPERATING HP	1800.00	964.00	900.00	4391.00	5416.00	1880.00
TOTAL INSTALLED HP	2400.00	1480.00	1350.00	8280.86	8130.00	3120.00
CAPACITY(CU.M/HR)	560.00	275.00	245.00	650.00	500.00	350.00
DESG CAPACITY(CU.M/MO)	336000.00	165150.00	146800.00	390000.00	300000.00	210000.00
ASSUMMED CAPACITY(CU.M/HR)						
CUTTING DEPTH(METRE)	30.50	19.81	15.24	27.00	25.00	36.00
PRIMARY JIG	CIRC	YUBA	YUBA	CIRC	CIRC	PAN AMR
- SURF AREA(SQ.M)	136.81	89.18	89.18	169.65	156.00	71.34
- SURF AREA(SQ.FEET)	1472.63	960.00	960.00	1826.16	1679.22	768.00
- FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	5.26	3.12	2.56	3.84	3.21	5.00
- SURF AREA(SQ.M/CU.M/HR)	0.19	0.32	0.39	0.26	0.31	0.20
SECONDARY JIG	CIRC	YUBA	YUBA	CIRC	CIRC	PAN AMR
- SURF AREA(SQ.M)	15.20	11.89	11.89	28.27	39.00	17.83
- SURF AREA(SQ.FEET)	163.63	128.00	128.00	304.31	419.81	192.00
- FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	4.35	2.56	2.56	2.87	1.60	2.44
- SURF AREA(SQ.M/CU.M/HR)	0.23	0.39	0.39	0.35	0.62	0.41
DREDGE PERSONNEL	13	14	14	21	23	16

ตารางที่ 3-1 (ข)

REMARK:

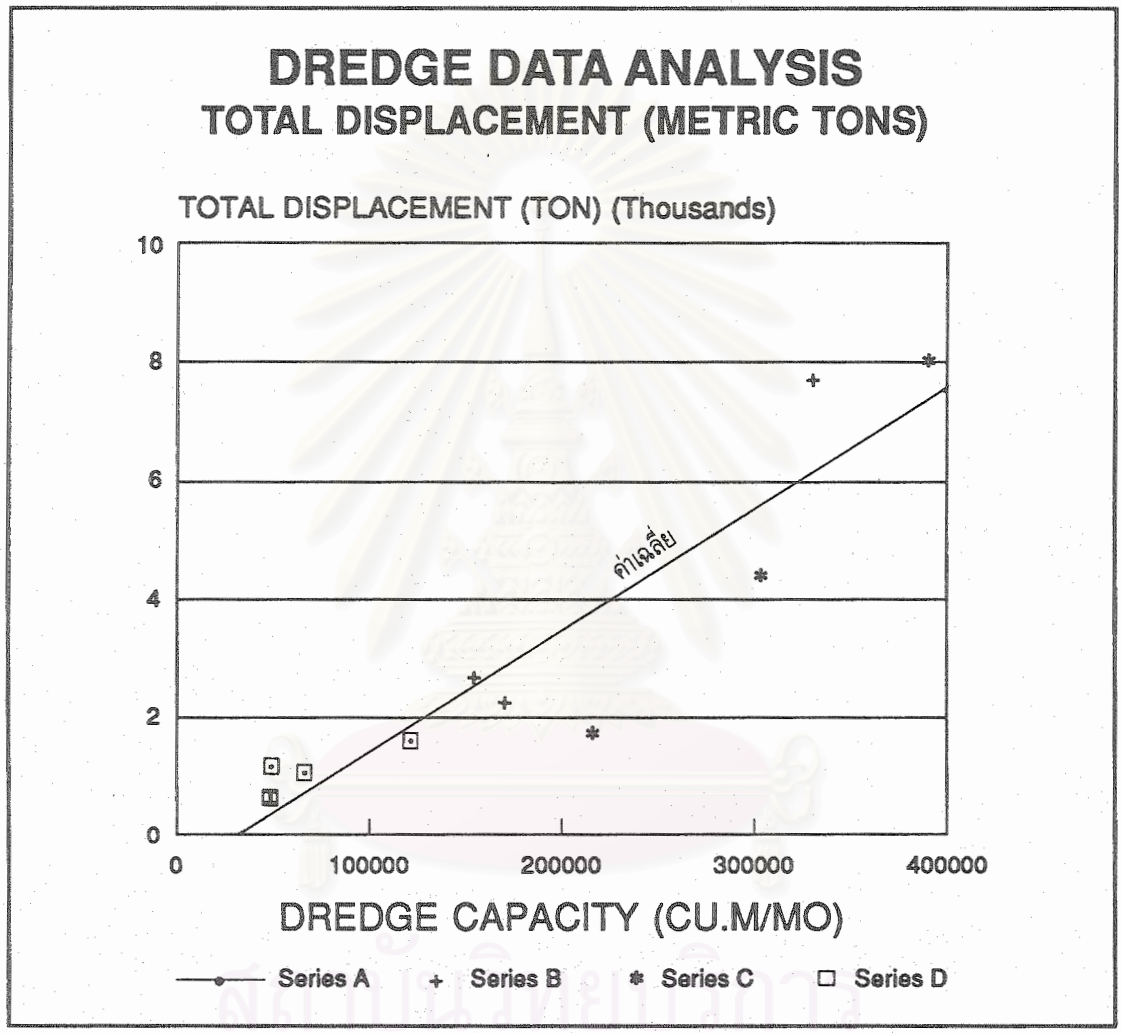
1) TO COMPARE DESIGNED CONFIGURATION
2) TO COMPARE WORK PERFORMANCE BETWEEN DREDGES
3) TO TO COMPARE COST ANALYSIS

	RGSIAM 1	ROMCHAI	RGSIAM 2	LANTAE	SURIYAN
CONFIGURATION					
TYPE	**SUCT BOAT**	**SUCT BOAT**	**SUCT BOAT**	**SUCT BOAT**	**SUCT BOAT**
BUCKET SIZE(CU.FT)	TWIN PIPE				
SUCTION PIPE(INCH)	14.00	14.00	12.00	12.00	10.00
TOTAL DISPLACEMENT(TON)	1596.00	985.53	1060.68	681.84	617.40
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	1197.00	682.29	669.90	389.62	343.00
DREDGE OPERATING HP	2810.00	1510.00	1520.00	1605.00	1560.00
TOTAL INSTALLED HP	2810.00	1510.00	1520.00	1605.00	1560.00
CAPACITY(CU.M/HR)					
DESG CAPACITY(CU.M/MO)	114690.00	58800.00	45000.00	45000.00	45000.00
ASSUMMED CAPACITY(CU.M/HR)	191.15	98.00	75.00	75.00	75.00
CUTTING DEPTH(METRE)	30.00	25.00	30.00	40.00	40.00
PRIMARY JIG	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR
- SURF AREA(SQ.M)	83.61	27.87	18.58	18.58	27.87
- SURF AREA(SQ.FEET)	900.00	300.00	200.00	200.00	300.00
- FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	2.27	3.57	4.00	4.00	1.79
- SURF AREA(SQ.M/CU.M/HR)	0.44	0.28	0.25	0.25	0.56
SECONDARY JIG	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR	PAN AMR
- SURF AREA(SQ.M)	10.45	5.02	3.48	2.51	3.48
- SURF AREA(SQ.FEET)	112.50	54.00	37.50	27.00	37.50
- FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	2.27	2.44	3.57	3.70	1.79
- SURF AREA(SQ.M/CU.M/HR)	0.44	0.41	0.28	0.27	0.56
DREDGE PERSONNEL	10	9	4	9	10

การเปรียบเทียบตาม ตารางที่ 3-1 (ก) และ 3-1 (ข) แสดงให้เห็นง่ายขึ้นด้วยกราฟรูปที่ 3-1 ถึง 3-13 สามารถอธิบายได้ดังนี้

กราฟรูปที่ 3-1 และรูปที่ 3-2 แสดงขนาดของตัวเรือขุด (Pontoon) เมื่อเทียบกับความสามารถในการขุดดินที่ออกแบบไว้ (Designed Dredge Capacity) โดยกราฟรูปที่ 3-1 แสดงปริมาตรแทนที่น้ำของลำเรือขุดทั้งหมด (Total Displacement) และกราฟรูปที่ 3-2 แสดงน้ำหนักของเรือขุดขณะทำงาน (Operating Displacement) จะเห็นว่าขนาดลำตัวเรือขุดมีความสัมพันธ์แปรผันโดยตรงกับ Capacity ของเรือขุดทั้ง 3 แบบ การกระจายตัวของข้อมูลปรากฏให้เห็นได้ในส่วนที่เป็นเรือขุดแบบดัดแปลงจากเรือประเภทอื่น

รูปที่ 3-1



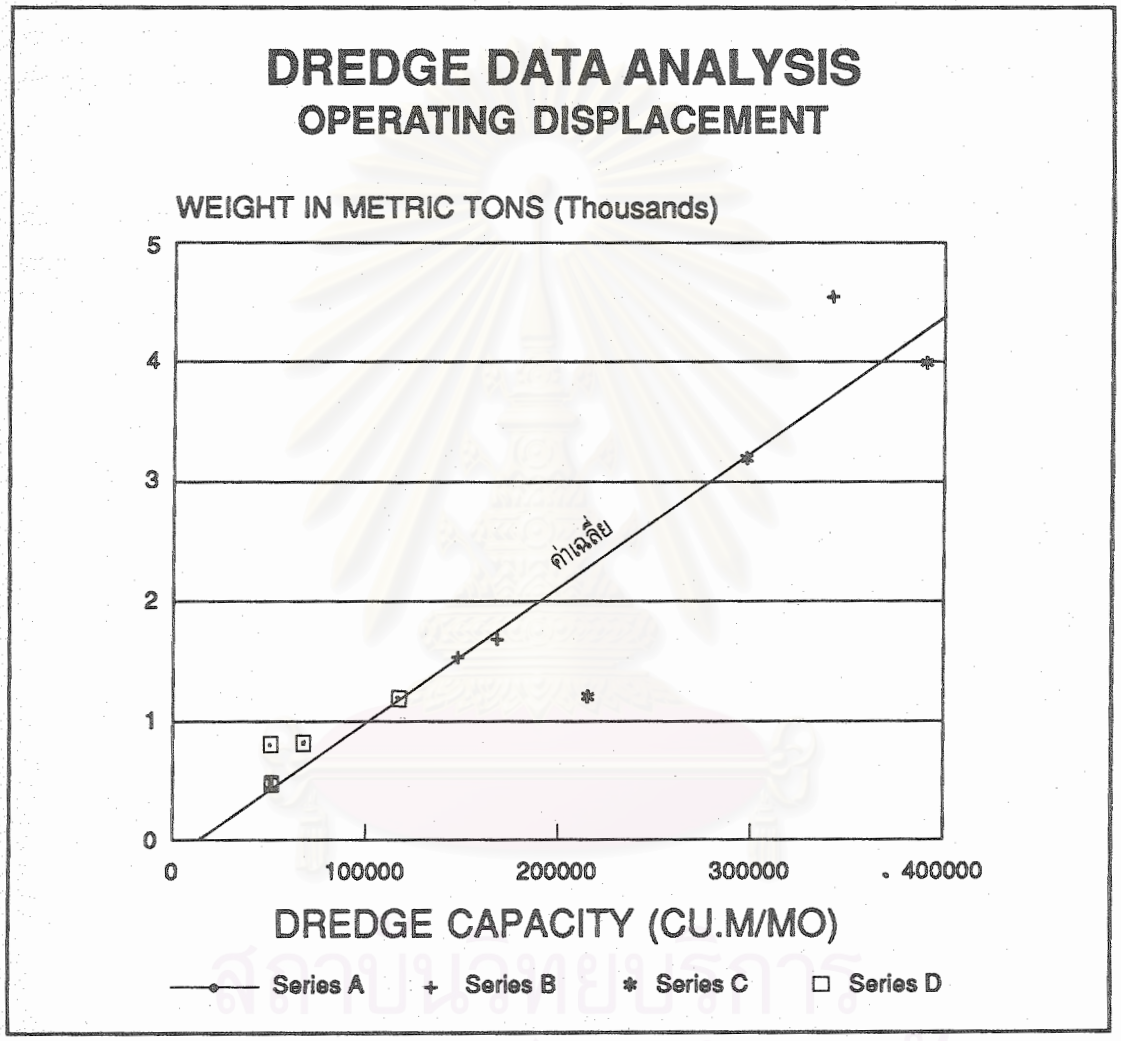
A = แสดงค่าเฉลี่ย

B = เรือขุดแบบ Bucket Dredge

C = เรือขุดแบบ Modified Suction Dredge

D = เรือขุดแบบ Suction Boat

รูปที่ 3-2



A = แสดงค่าเฉลี่ย

B = เรือขุดแบบ Bucket Dredge

C = เรือขุดแบบ Modified Suction Dredge

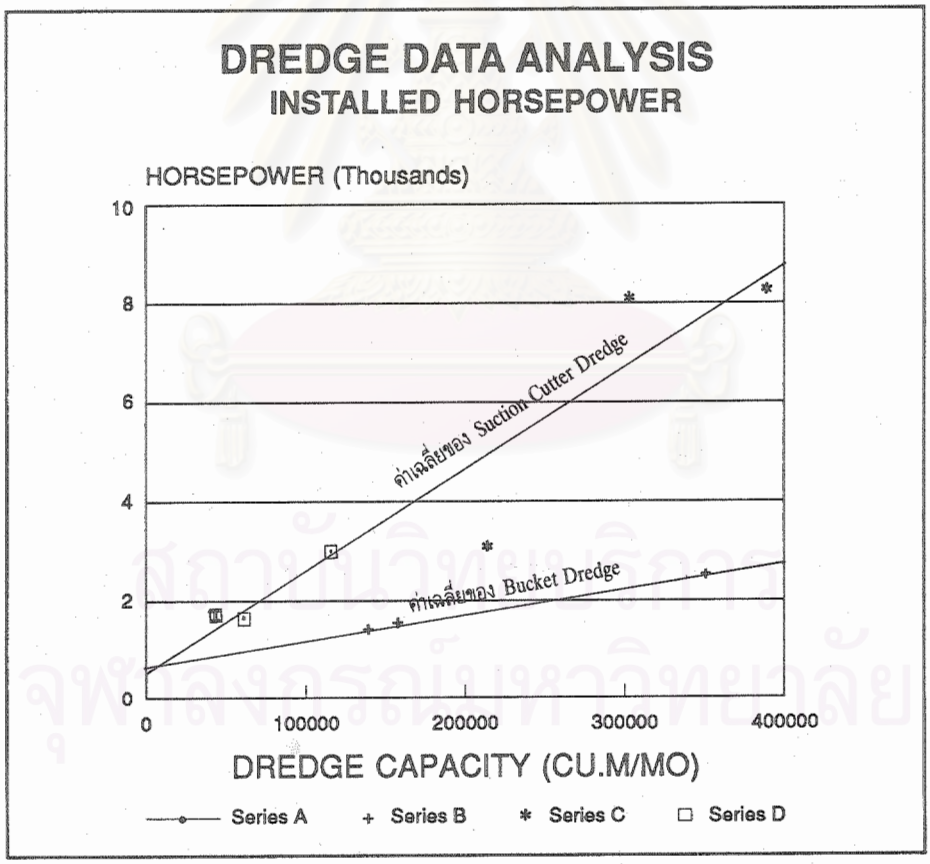
D = เรือขุดแบบ Suction Boat

กราฟรูปที่ 3-3 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนแรงม้าของเครื่องยนต์ต้นกำลังซึ่งติดตั้งบนเรือขุดประเภทต่าง ๆ จะเห็นว่าเรือขุดแบบ Bucket Dredge จะมีแรงม้าติดตั้งบนเรือขุด น้อยกว่า เรือขุดแบบ Suction Cutter Dredge (รวมทั้งแบบดัดแปลงและแบบเรือดัน) ถึงประมาณ 3 เท่า การที่ใช้กำลังเครื่องยนต์ต้นกำลังที่น้อยกว่านี้ย่อมจะส่งผลถึงการใช้น้ำมันบนเรือขุดแบบ Bucket Dredge ที่ประหยัดกว่า

กราฟรูปที่ 3-4 แสดงถึงจำนวนแรงม้าของเครื่องยนต์และมอเตอร์ที่ใช้ทำงานบนเรือขุด โดยไม่รวมถึงเครื่องยนต์ติดตั้งสำรองจะเห็นว่า เรือขุดแบบ Bucket Dredge จะใช้กำลังงานในการขุดดินและแต่งแร่น้อยที่สุด และมีอัตราการเพิ่มของขนาดแรงม้าต่อความสามารถในการขุดของเรือขุดน้อยกว่า เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter และแบบ Suction Cutter ถ้าพิจารณาดูเฉพาะเรือขุดแบบ Suction Boat และ Modified Suction Cutter ก็จะเห็นว่ามีอัตราการเพิ่มของขนาดแรงม้าต่อความสามารถในการขุดของเรือ ประมาณเท่ากัน ส่วนความแตกต่างนั้นคาดว่าอาจจะเป็นเพราะประเภทของปั๊มสูบทรายและหัวตัด (Cutter) ที่ใช้ต่างชนิดกันมีประสิทธิภาพในการทำงานไม่เท่ากัน

รูปที่ 3-3 และ 3-4 แสดงถึงความแตกต่างของเรือขุดแร่ แบบ Bucket Dredge และ Suction Cutter Dredge ซึ่งเป็นลักษณะปกติของเรือขุดแร่อยู่แล้ว

รูปที่ 3-3



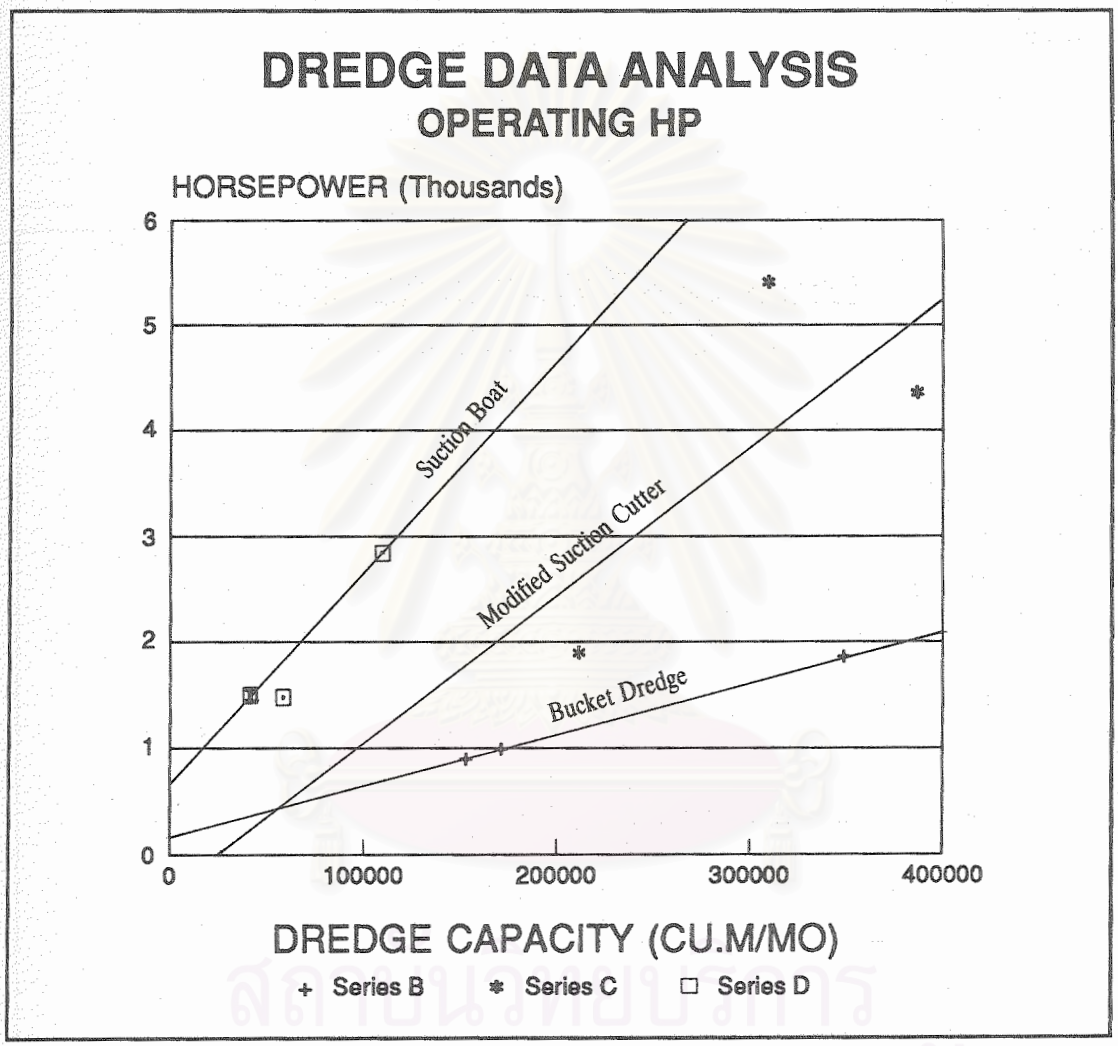
A = ค่าเฉลี่ยของเรือขุดแบบ Suction Cutter

B = เรือขุดแบบ Bucket Dredge

C = เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter

D = เรือขุดแบบ Suction Boat

รูปที่ 3-4



B = เรือขุดแบบ Bucket Dredge

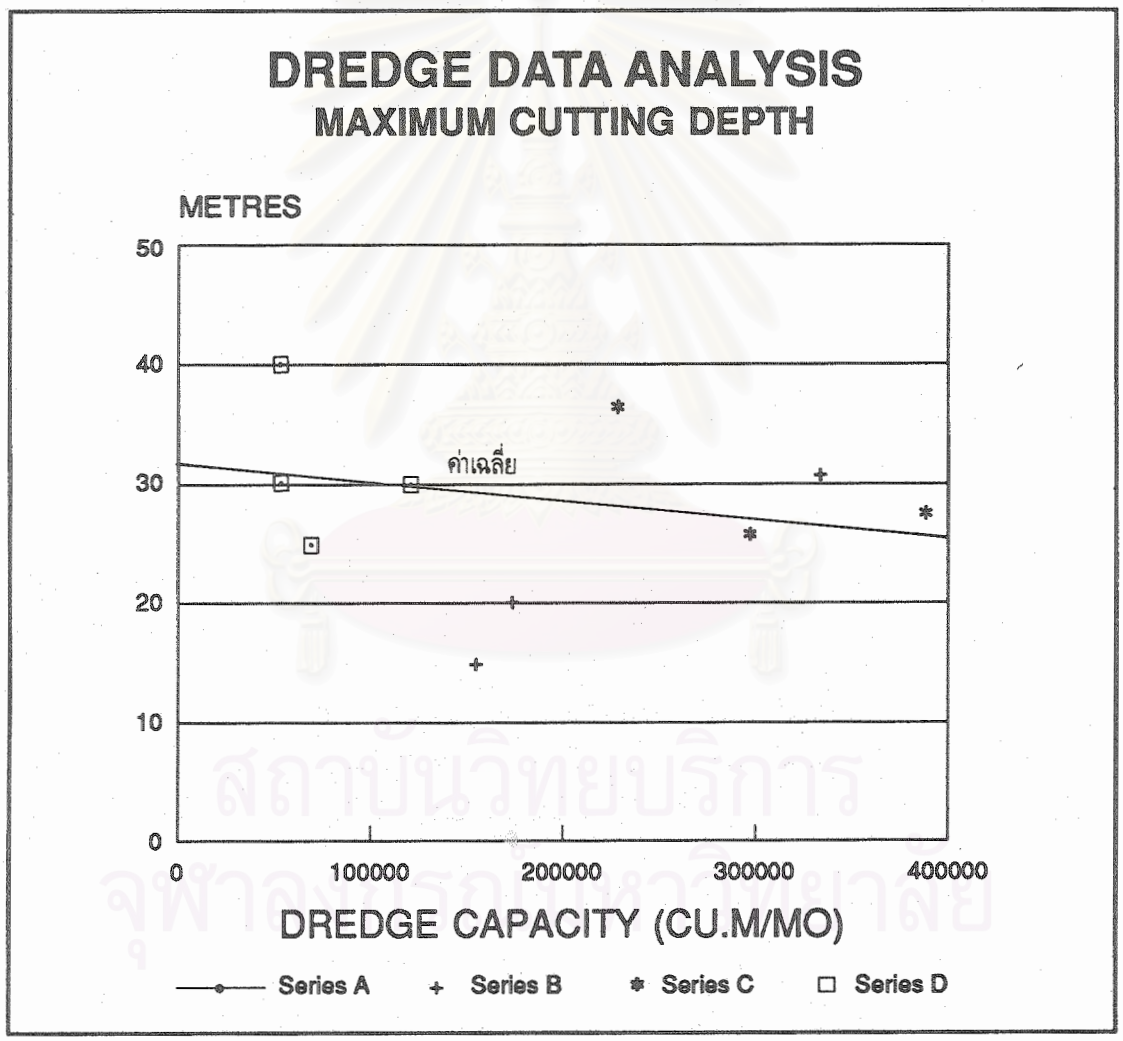
C = เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter

D = เรือขุดแบบ Suction Boat

กราฟรูปที่ 3-5 แสดงถึงความลึกสูงสุดที่เรือขุดจะทำงานได้ เป็นสิ่งน่าสังเกตว่าเรือขุดส่วนมากจะออกแบบให้ขุดได้ลึกในช่วงความลึกประมาณ 30 เมตร (ระดับลึกปานกลาง) ซึ่งเป็นความลึกในแถบชายฝั่งทะเลที่มีการขุดแร่ ส่วนเรือขุดแร่บุญสูง 2 และบุญสูง 3 ซึ่งเป็นเรือขุดแบบ Bucket Dredge จะขุดได้ลึกเพียง 15 และ 20 เมตร ตามลำดับ

เรือขุดแบบ Bucket Dredge จะมีปัญหาด้านการขุดลึกเพราะว่า การเพิ่มความยาวของบันไดให้ทำงานในที่ลึกมาก ย่อมจะต้องขยายขนาดของลำตัวเรือ และขนาดการผลิตให้มากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้มีการลงทุนขั้นต้นสูง เมื่อเทียบกับเรือขุดแบบ Suction Cutter ก็จะเห็นว่าเรือขุดแบบ Suction Cutter จะขุดได้ในที่ลึกแม้ว่าจะมีขนาดเรือขุดที่เล็กกว่า

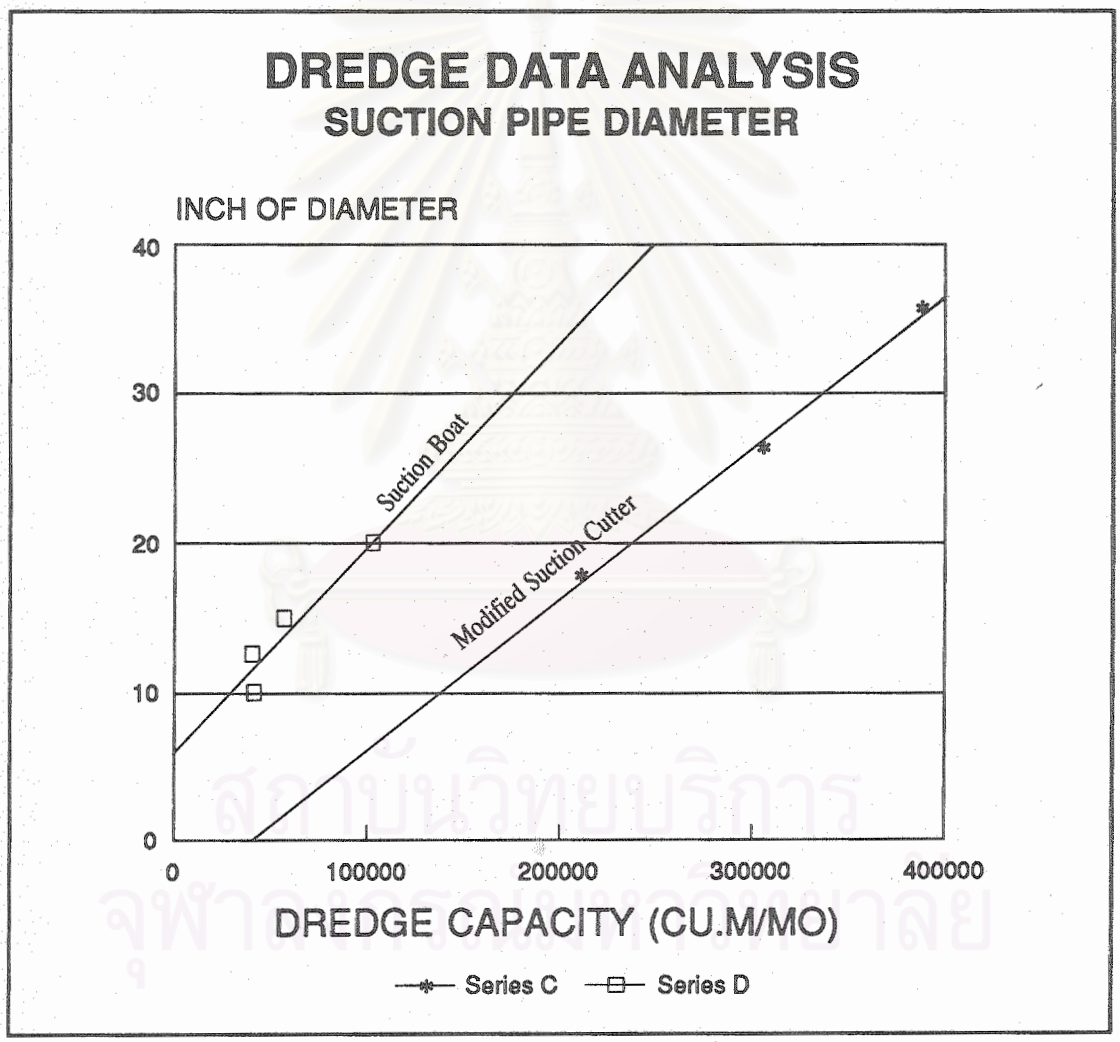
รูปที่ 3-5



A = ค่าเฉลี่ย
B = เรือขุดแบบ Bucket Dredge
C = เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter
D = เรือขุดแบบ Suction Boat

กราฟรูปที่ 3-6 ใช้เปรียบเทียบขนาดของท่อดูดกับขนาดการขุดดินของเรือขุด สังเกตว่าการออกแบบขนาดท่อดูดของเรือขุด แบบดัดแปลงและเรือดัน มีความสอดคล้องกันพอสมควร ในขนาดท่อดูดที่เท่ากันเรือขุดแบบ Modified Suction Cutter จะให้ปริมาตรดินที่สูงกว่า คาดว่าประสิทธิภาพในการดูดแร่และปั๊มทรายของเรือขุดแบบเรือดันจะสู้แบบของเรือขุดดัดแปลงไม่ได้ การศึกษาเปรียบเทียบปั๊มทรายที่ใช้และหัวติดดินทราย (Cutter) น่าจะมีการทำเพิ่มเติมต่อไป การปรับปรุงลักษณะของหัวตัดและใบมีดพร้อมทั้งความเร็วรอบอาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขุดแร่ของเรือขุดได้ประการหนึ่ง

รูปที่ 3-6



C = เรือขุดแบบ Modified Suction Dredge

D = เรือขุดแบบ Suction Boat

ในกรณีของจิ๊กที่ 1 กราฟรูปที่ 3-7, 3-8 และรูปที่ 3-9 มีประเด็นที่น่าพิจารณาคือ เมื่อเอาจิ๊กแบบต่าง ๆ กันได้แก่ จิ๊กกลม (Circular Jig) ตกมาพล็อตรวมกับขนาดการทำงานของเรือขุด (Dredge Capacity) โดยไม่คำนึงถึงว่าเรือขุดจะเป็นประเภทใด

กราฟรูปที่ 3-7 แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ผิวหน้าของจิ๊กชุดที่ 1 เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับขนาดการทำงานของเรือขุด โดยที่จิ๊กกลมมีพื้นที่ผิวหน้ามากและใช้กับเรือขุดขนาดใหญ่ ส่วนจิ๊กแบบแพนอเมริกันส่วนใหญ่ใช้กับเรือดันซึ่งมีขนาดเล็กกว่า

ส่วนกราฟรูปที่ 3-8 เมื่อนำเอาอัตราแร่ป้อนต่อหน่วยพื้นที่ผิวหน้าของจิ๊ก (Jig Feed Rate per Unit Area) มาพล็อตกับขนาดของเรือขุดโดยมุ่งหวังว่าจะเกิดเกณฑ์ในการออกแบบและคำนวณเกี่ยวกับจิ๊กชุดที่ 1 ต่อไป การกระจายของข้อมูลอยู่ในระดับสูงแต่อาจสรุปได้ดังนี้

จิ๊กกลม มี Jig Feed Rate/Area
= 3–5 ลบ.ม./ชม./ม^2

จิ๊กแบบยูบามี Jig Feed Rate/Area
= 2.5–3 ลบ.ม./ชม/ม^2

จิ๊กแบบแพนอเมริกันมี Jig Feed Rate/Area
= 2–4 ลบ.ม./ชม/ม^2
(น่าจะมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3 ลบ.ม./ชม/ม^2)

แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของข้อมูลเป็นผลมาจากการออกแบบติดตั้ง

กราฟรูปที่ 3-9 เมื่อกลับตัวแปรในการพิจารณาเป็นพื้นที่ผิวของจิ๊กต่ออัตราแร่ป้อน (Jig Surface/Feed rate) พล็อตกับขนาดของเรือขุดจะเห็นการกระจายตัวของข้อมูลน้อยลงโดยที่

จิ๊กกลมจะให้ Jig Surface/Feed Rate
= 0.2–0.3 ม^2/ลบ.ม./ชม.

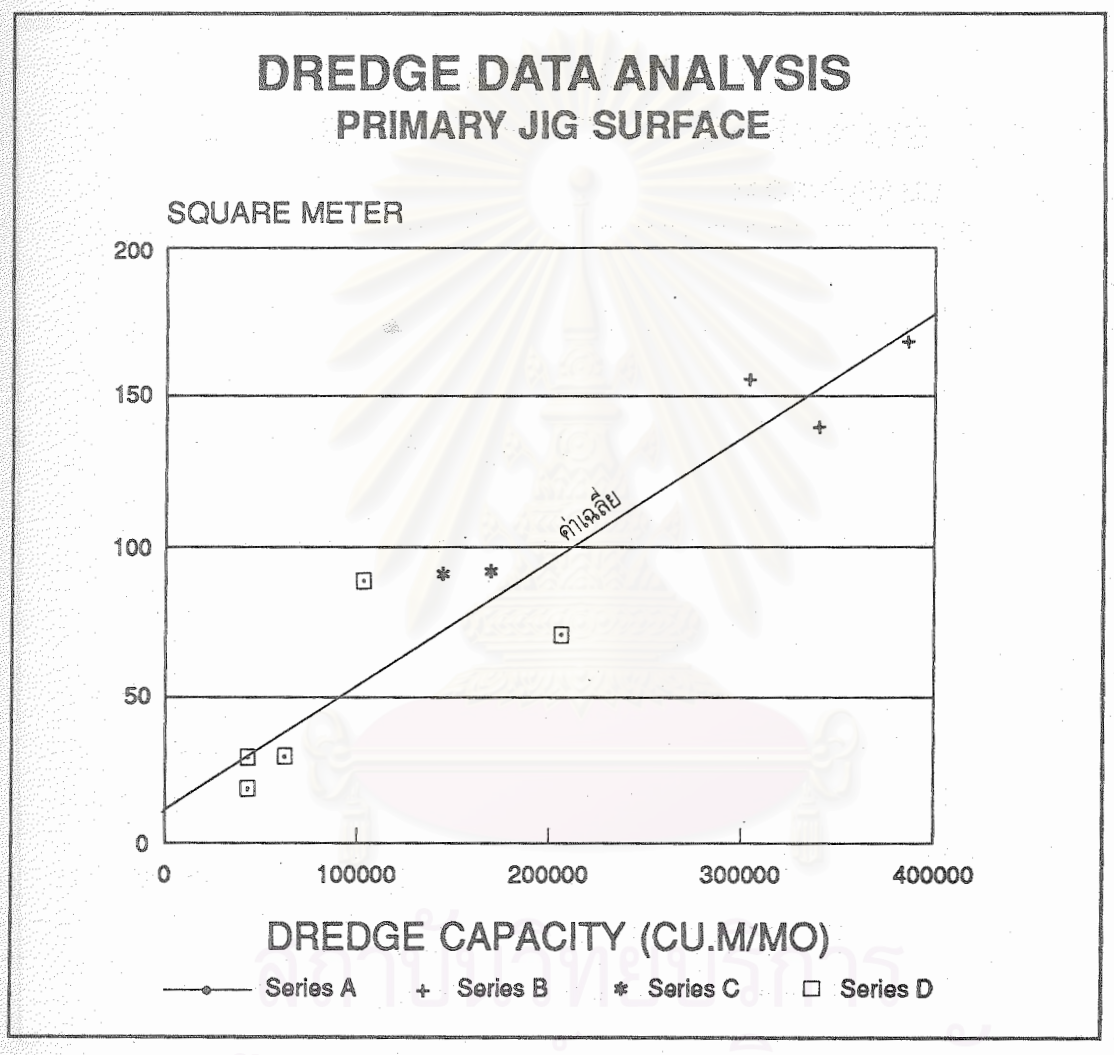
จิ๊กแบบยูบาจะให้ Jig Surface/Feed Rate
= 0.3–0.4 ม^2/ลบ.ม./ชม.

จิ๊กแพนอเมริกันจะให้ Jig Surface/Feed Rate
= 0.2–0.5 ม^2/ลบ.ม./ชม.

(การกระจายตัวของข้อมูลสูง น่าจะมีค่าเฉลี่ยที่ 0.4 ม^2/ลบ.ม./ชม.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-7



A = Average Line

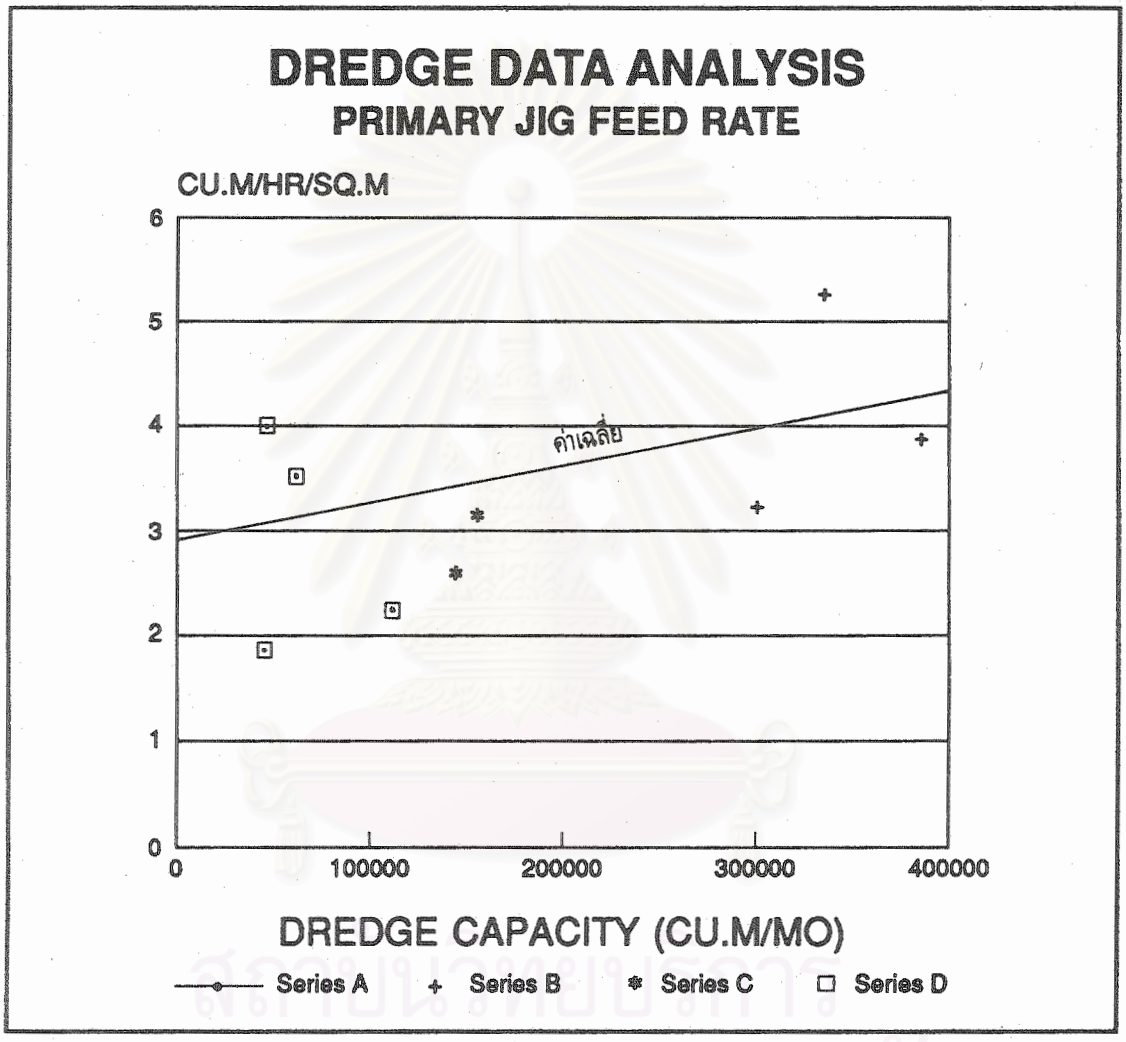
B = Circular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-8



A = ค่าเฉลี่ย

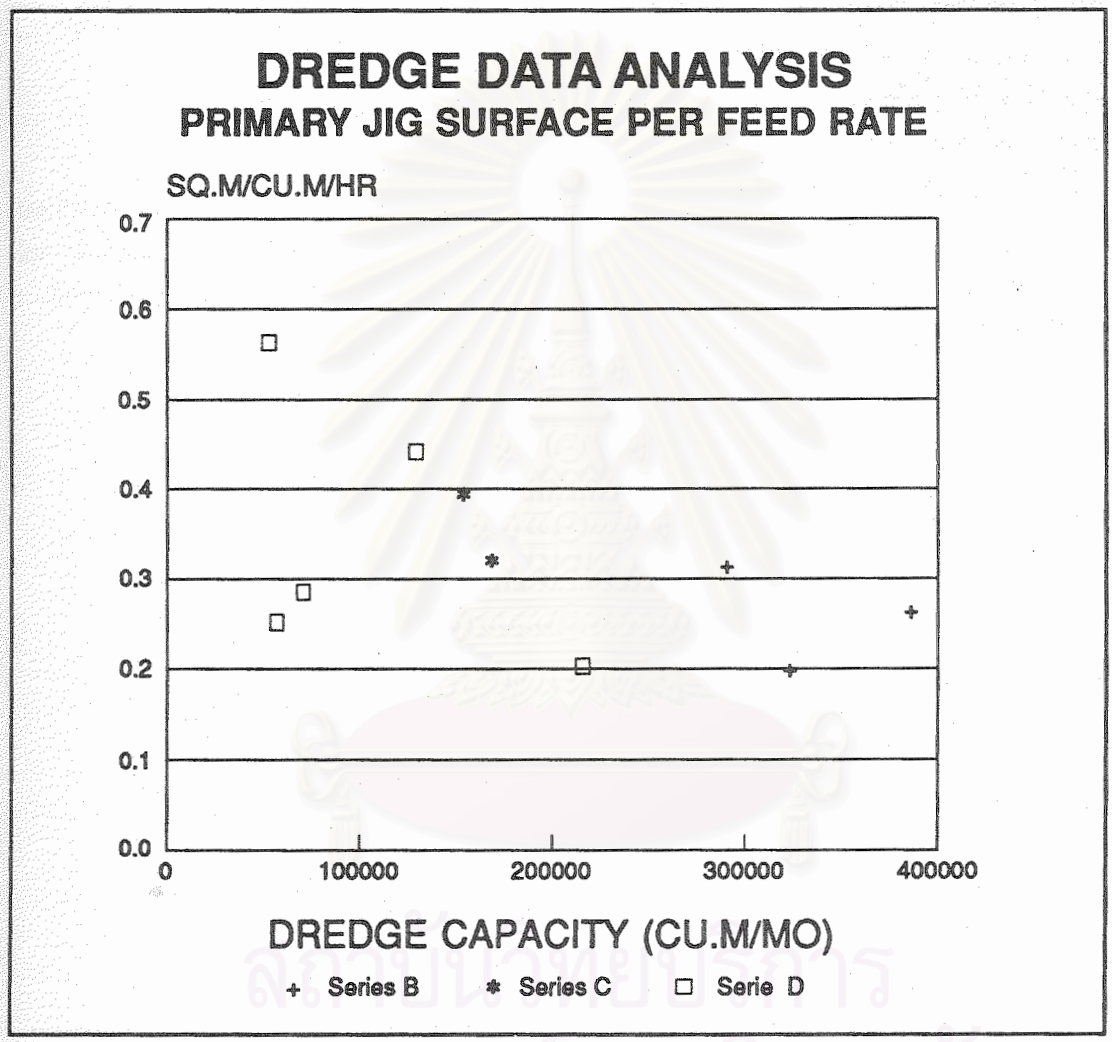
B = Circular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-9



B = Circular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

ทางด้านข้อมูลเกี่ยวกับจิ๊กชุดที่ 2 (Secondary Jig) บนเรือขุดกราฟรูปที่ 3-10, 3-11 และรูปที่ 3-12 แสดงให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูลอย่างมากโดยเฉพาะจิ๊กกลม ซึ่งติดตั้งบนเรือขุดบ่อดาน และเรือขุด ASC2/5

กราฟรูปที่ 3-10 แสดงค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวของจิ๊กชุดที่ 2 เมื่อพล๊อตกับขนาดการทำงานของเรือขุด จากการศึกษาข้อมูลขั้นต้น จากเรือขุดซึ่งส่งต่อจากประเทศมาเลเซีย พื้นที่ผิวของจิ๊กชุดที่ 2 ประมาณเท่ากับ 1/8 ของพื้นที่ผิวของจิ๊กชุดที่ 1 อย่างไรก็ตามตัวเลขดังกล่าวอาจจะไม่สอดคล้องกับกราฟรูปที่ 3-10 ตามที่คาด

กราฟรูปที่ 3-11 ยังคงแสดงให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูลในจิ๊กกลมและจิ๊กแบบแพนอเมริกันจิ๊ก หากสมมุติให้จิ๊กชุดที่ 1 มี Concentration Ratio = 8 แล้วอัตราแร่ป้อนเข้าจิ๊กชุดที่ 2 จะเป็น 1/8 เท่าของอัตราแร่ป้อนของจิ๊กชุดที่ 1 กราฟจะแสดงให้เห็นอัตราแร่ป้อน/พื้นที่ผิวจิ๊กดังนี้

Feed rate/Surface Area สำหรับแพนอเมริกันจิ๊ก

= 2.5 ลบ.ม./ชม/ม^2

Feed rate/Sureface Area สำหรับจิ๊กยูบา

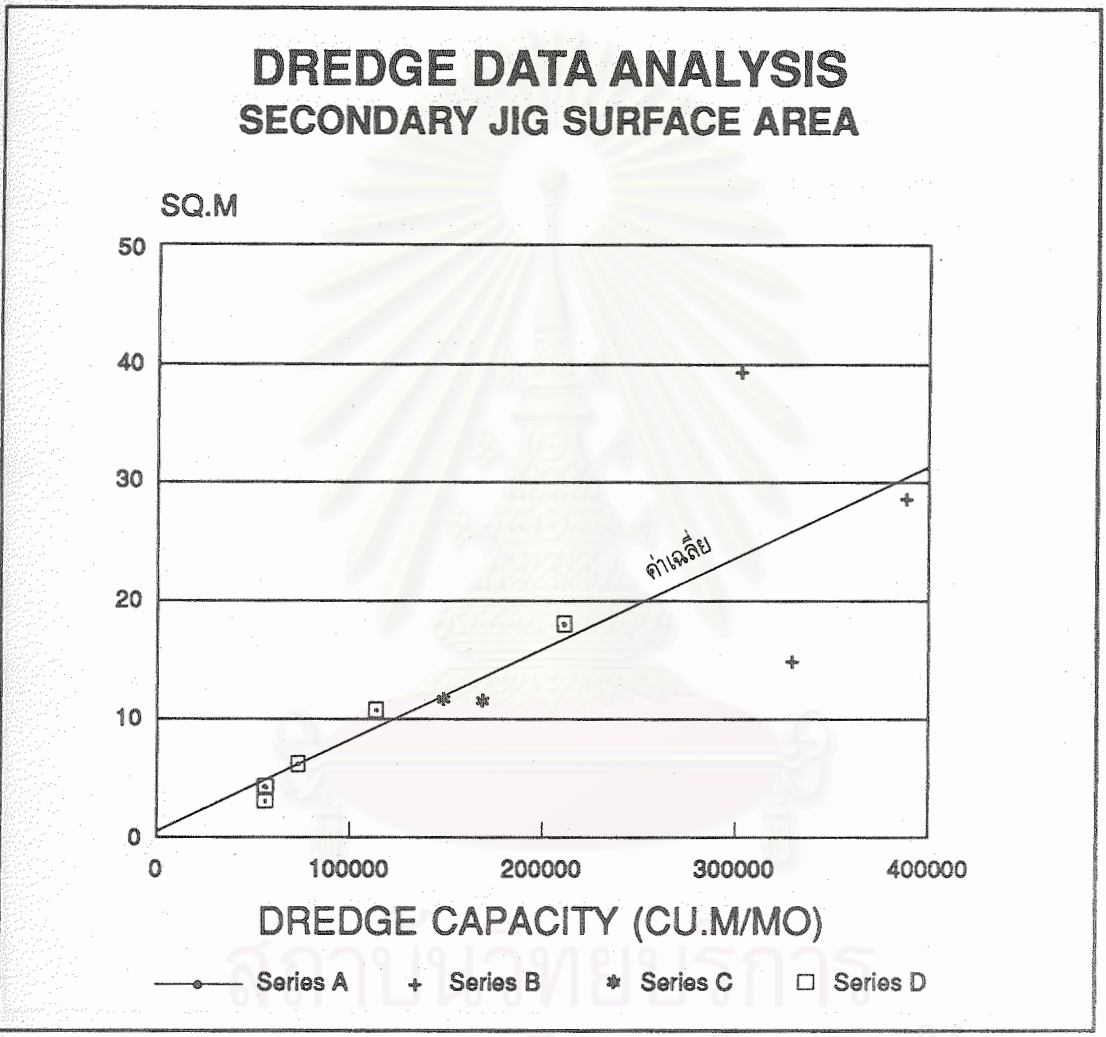
= 2.5 ลบ.ม./ชม./ม^2

ส่วนจิ๊กกลมนั้นยังสรุปไม่ได้

กราฟรูปที่ 3-12 ยังคงปรากฏว่าการกระจายตัวของข้อมูลในจิ๊กกลมเช่นเคย ส่วนจิ๊กยูบาแพนอเมริกันจิ๊ก จะมีพื้นที่ผิวต่ออัตราแร่ป้อนเท่ากันกับของจิ๊กชุดที่ 1 = 0.4 ตร.ม./ลบ.ม./ชม.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-10



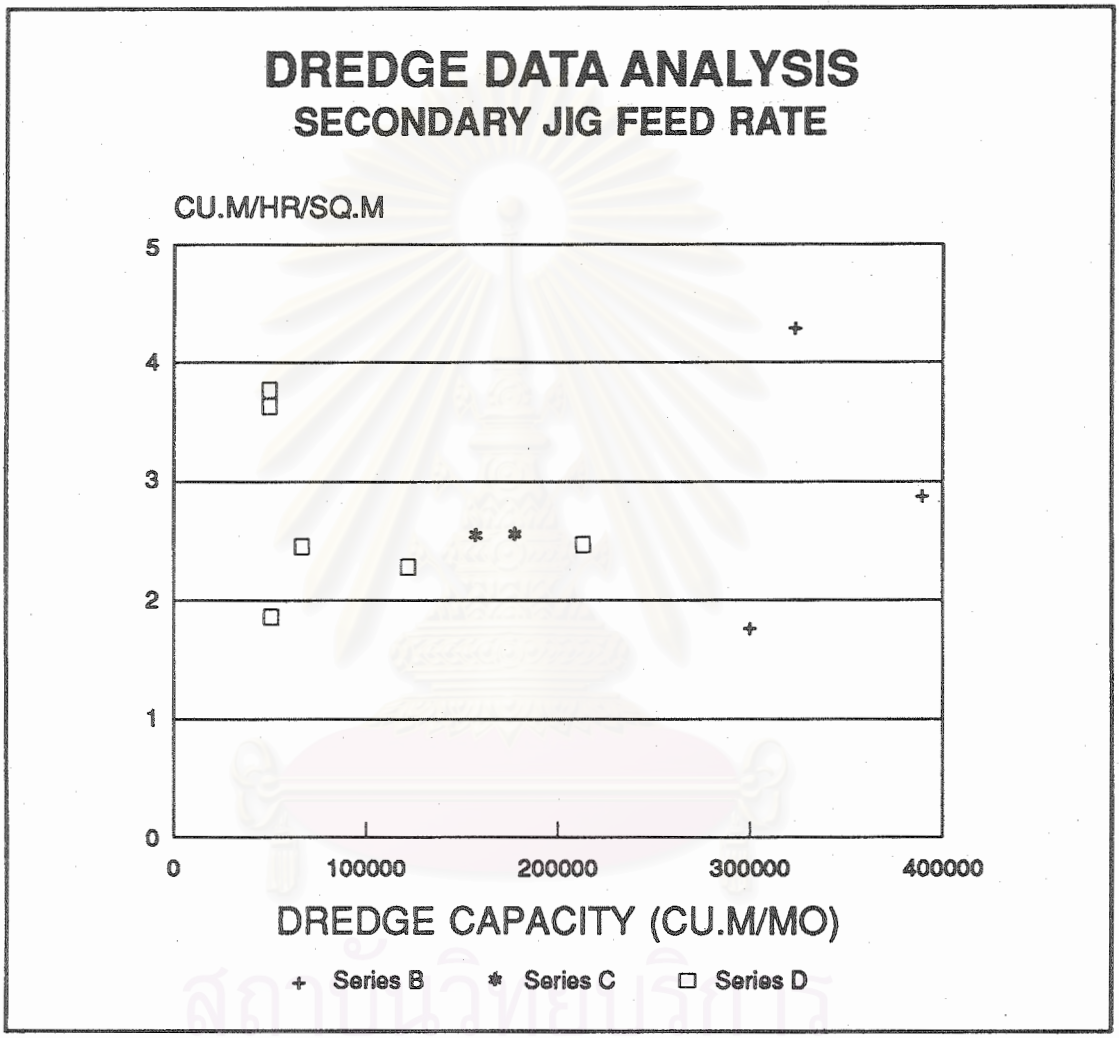
A = ค่าเฉลี่ย

B = Circular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

รูปที่ 3-11



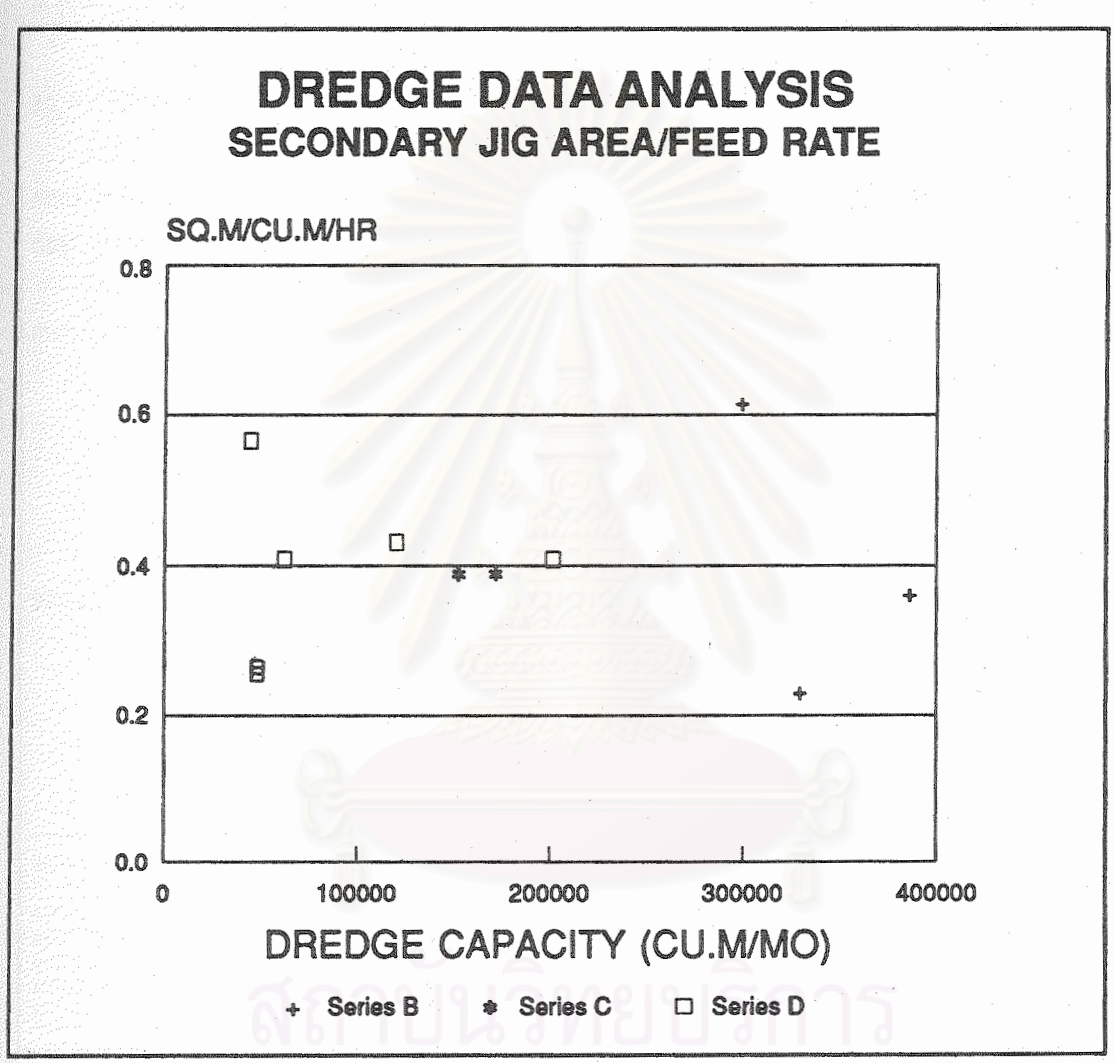
B = Cirular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-12

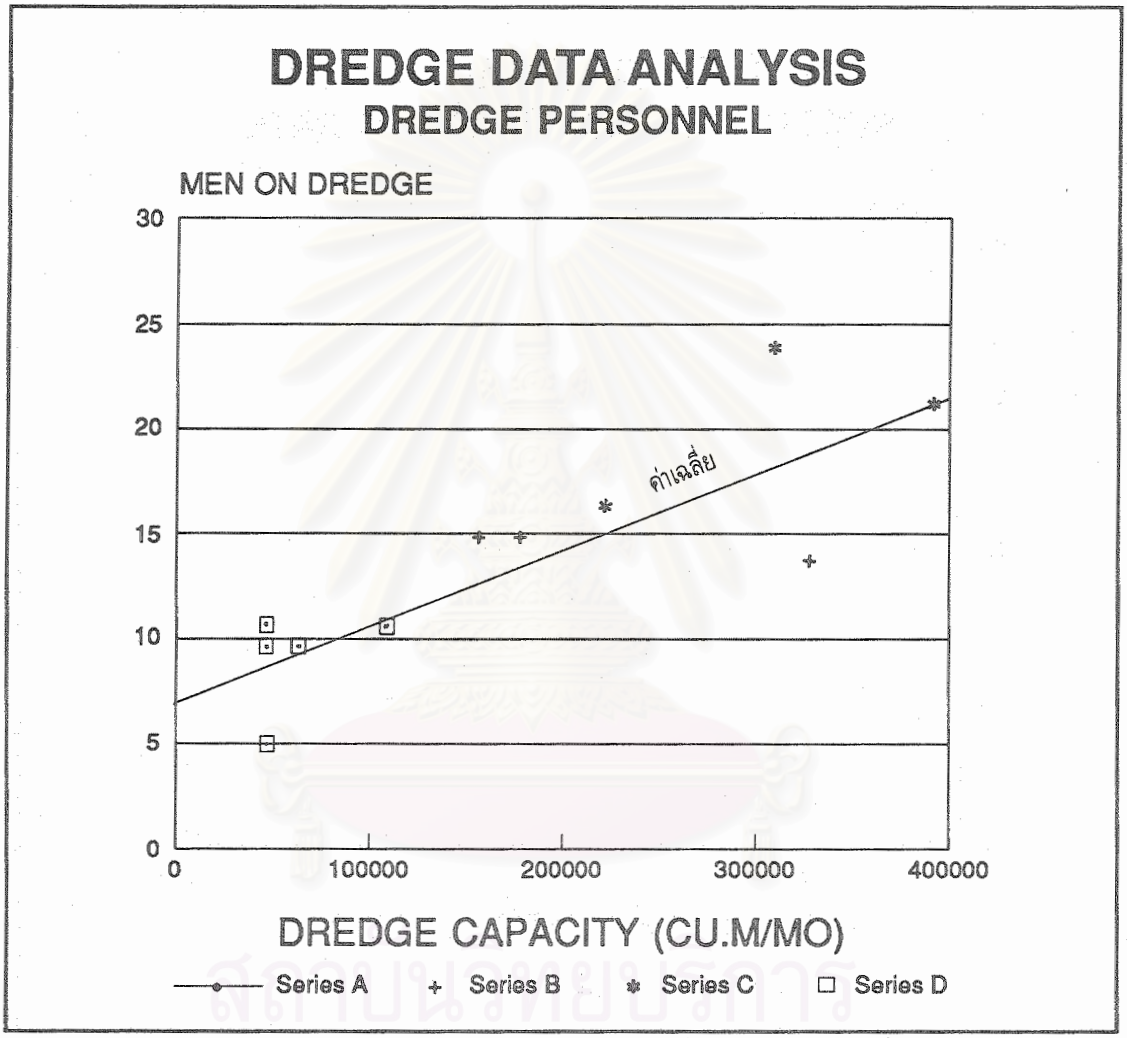


B = Circular Jig

C = Yuba Jig

D = Pan American Jig

รูปที่ 3-13



A = ค่าเฉลี่ย

B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายสุดในการเปรียบเทียบลักษณะและรูปร่างเรือขุด กราฟรูปที่ 3-13 แสดงจำนวนบุคคลากรบนเรือขุด ขนาดการทำงานต่าง ๆ กัน การกระจายตัวของข้อมูลค่อนข้างอยู่ในแนวเดียวกัน ตั้งแต่ 7-22 คน เมื่อเรือขุดขนาดใหญ่ขึ้นย่อมต้องใช้พนักงานบนเรือขุดมากขึ้นโดยมีอัตราเพิ่ม 1 คน ต่อขนาดเรือขุด 25,000 ลบ.ม./เดือน ที่เพิ่มขึ้น

- อัตราการขุดดินเฉลี่ย (Operating Capacity)

- อัตราการขุดดินต่อเดือนต่อแรงม้า (Operating CU.M/HP)

- ปริมาตรดินที่ขุดได้ต่อเดือนต่อคน-เดือน (Operating CU.M/Man-M)

3.2 การเปรียบเทียบการทำงานของเรือขุดแร่

ตารางที่ 3-2 (ก) และตารางที่ 3-2 (ข) เป็นการสรุปการเปรียบเทียบการทำงาน (Work Performance) ของเรือขุด และสรุปผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการขุดแร่

ข้อมูลการทำงานของเรือขุด เพื่อพิจารณาหาความสามารถในการทำงาน ได้แก่

รูปที่ 3-14 แสดงให้เห็นประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแร่แบบต่าง ๆ เปรียบเทียบกับขนาดของเรือขุดแร่ที่ออกแบบไว้เรือขุดแร่ที่ทำงานนอกชายฝั่งทะเล จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพขุดดินแร่ได้ประมาณ 70% ของที่ออกแบบไว้

ตารางที่ 3-2 (ก)

REMARK:

1) TO COMPARE DESIGNED CONFIGURATION
2) TO COMPARE WORK PERFORMANCE BETWEEN DREDGES
3) TO TO COMPARE COST ANALYSIS

	BODAN	BOONS3	BOONS2	THAIWATNA	ASC2+5	ASC1
WORK PERFORMANCE						
AVG CU.M/MO	159882.12	157901.60	77896.44	312385.00	124120.00	103330.83
AVG HOURS/MO	396.64	584.52	453.99	555.08	361.74	444.70
AVG CU.M/HR	366.39	268.50	166.91	562.77	350.06	228.84
AVG CU.M/OPER HP	88.82	163.80	86.55	71.14	22.92	54.96
AVG CU.M/MAN-HR	17.08	15.66	7.73	16.27	7.28	8.61
COST ANALYSIS						
AVG LABOR COST/CU.M	8.95	0.74	2.40	1.38	1.14	1.06
AVG FUEL COST/CU.M	6.80	4.26	8.85	3.70	10.26	9.20
AVG REPAIR COST/CU.M	7.44			0.86	4.68	3.24
AVG MISC.COST/CU.M	2.82			1.28	0.01	0.56
AVG DREDGE COST/CU.M	26.01			11.04	16.08	14.06

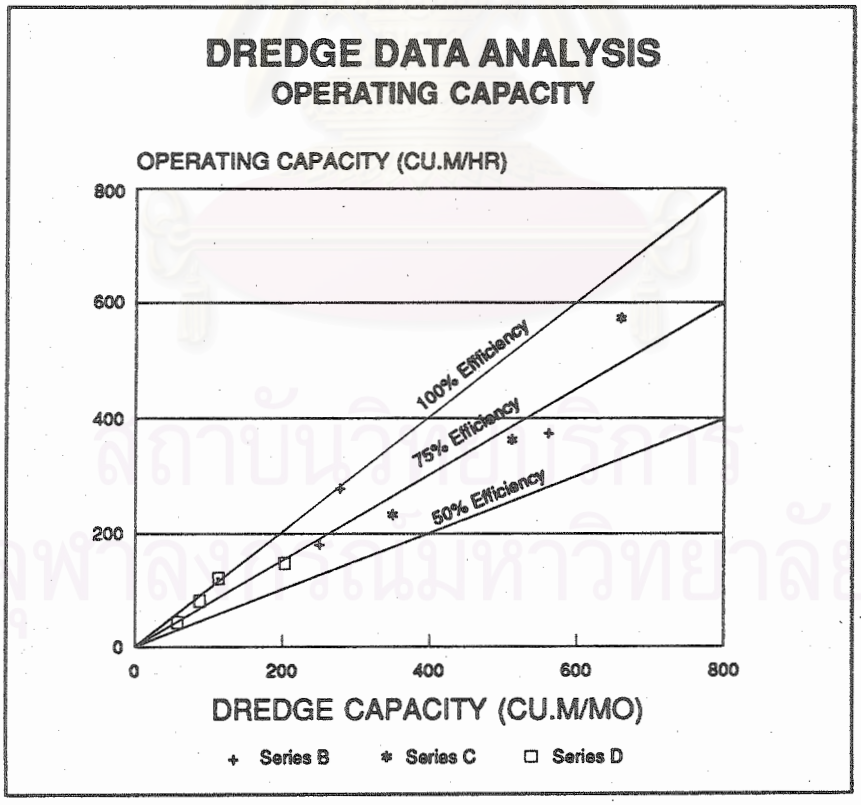
ตารางที่ 3-2 (ข)

REMARK:

1) TO COMPARE DESIGNED CONFIGURATION
2) TO COMPARE WORK PERFORMANCE BETWEEN DREDGES
3) TO TO COMPARE COST ANALYSIS

	RGSIAM 1	ROMCHAI	RGSIAM 2	LANTAE	SURIYAN
WORK PERFORMANCE					
AVG CU.M/MO	60000.00	49000.00	30000.00	30000.00	18000.00
AVG HOURS/MO	450.00	500.00	450.00	500.00	450.00
AVG CU.M/HR	133.33	98.00	66.67	60.00	40.00
AVG CU.M/OPER HP	27.93	32.45	19.74	18.69	11.54
AVG CU.M/MAN-HR	8.33	10.89	10.42	13.89	7.50
COST ANALYSIS					
AVG LABOR COST/CU.M	6.60		10.41		
AVG FUEL COST/CU.M	10.04	8.62	13.32	11.70	16.25
AVG REPAIR COST/CU.M	4.62	2.72	5.72		
AVG MISC.COST/CU.M		3.62		1.50	
AVG DREDGE COST/CU.M	22.68		29.45		23.75

รูปที่ 3-14



B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Dredge

D = Suction Boat

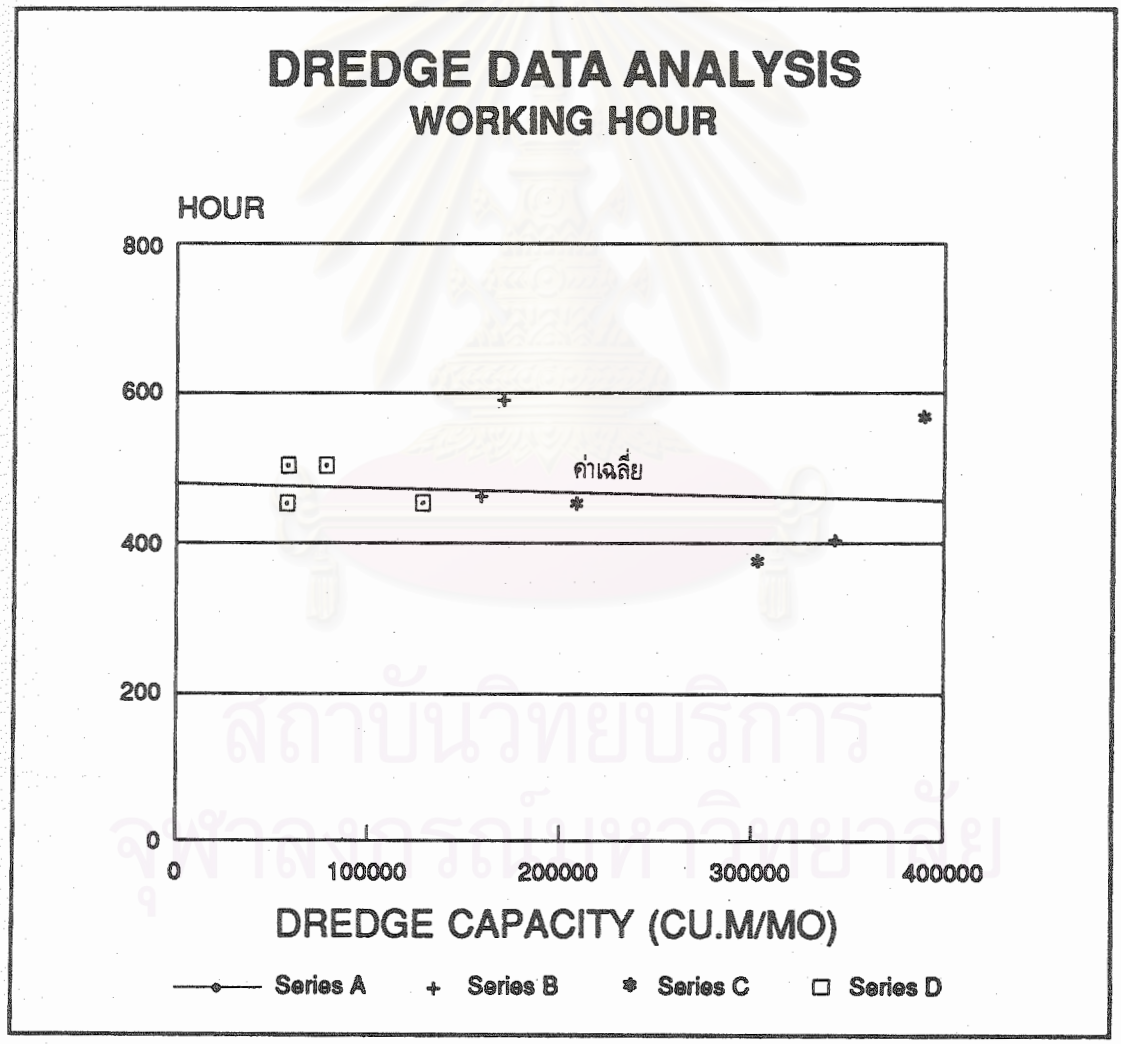
กราฟรูปที่ 3-15 แสดงจำนวนชั่วโมงทำงานของเรือขุดภายใน 1 เดือน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 475 ชม/เดือน

และเพื่อพิจารณาปริมาตรดินแต่ละเดือนที่ขุดได้ต่อแรงม้าของเครื่องยนต์บนเรือขุดกราฟรูปที่ 3-16 แสดงการกระจายของข้อมูล 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มข้อมูลเรือขุดแบบ Bucket Dredge มีการกระจายตัวของข้อมูลมากแต่จะให้ค่า ลบ.ม./แรงม้า ที่สูงกว่าข้อมูลกลุ่มอื่น ประมาณ 80-160 ลบ.ม./แรงม้า
- กลุ่มข้อมูลเรือขุดแบบ Modified Suction Cutter ให้ค่า ลบ.ม./แรงม้า ประมาณ 55-70 ลบ.ม./แรงม้า
- และกลุ่มข้อมูลเรือขุดแบบ Suction Boat ให้ค่า ลบ.ม./แรงม้า ประมาณ 7-15 ลบ.ม./แรงม้า ซึ่งจะเห็นว่าเรือขุดแบบนี้กินดินได้น้อยกว่าแบบอื่นมาก

ส่วนกราฟรูปที่ 3-17 แสดงการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลปริมาตรดินต่อ คน-ชั่วโมง บนเรือขุด (Operating CU.M/Man-Hr ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับประเภทของเรือขุดเลย มีค่าระหว่าง 7-17 ลบ.ม./คน-ชม.

รูปที่ 3-15



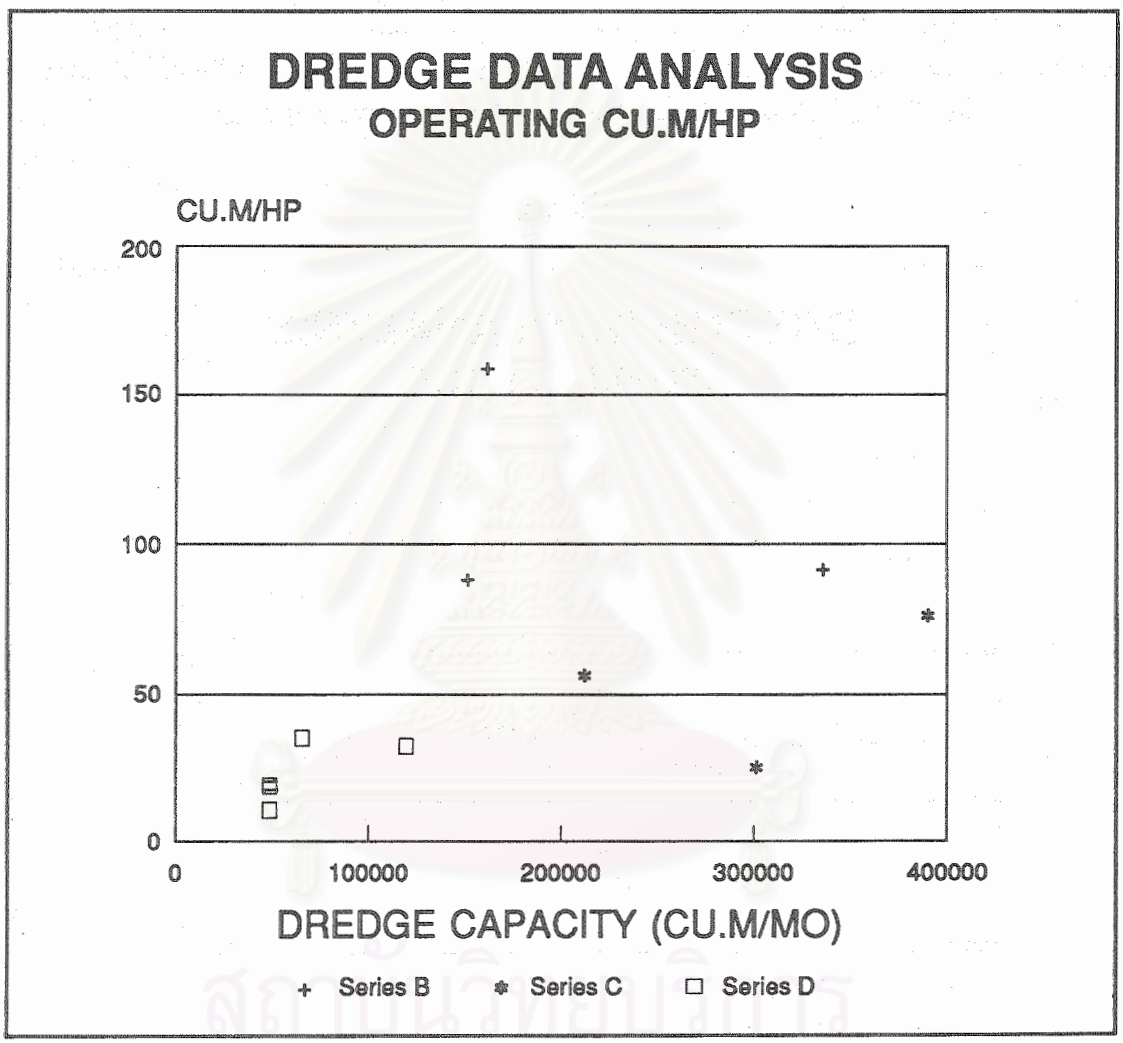
A = ค่าเฉลี่ย

B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

รูปที่ 3-16



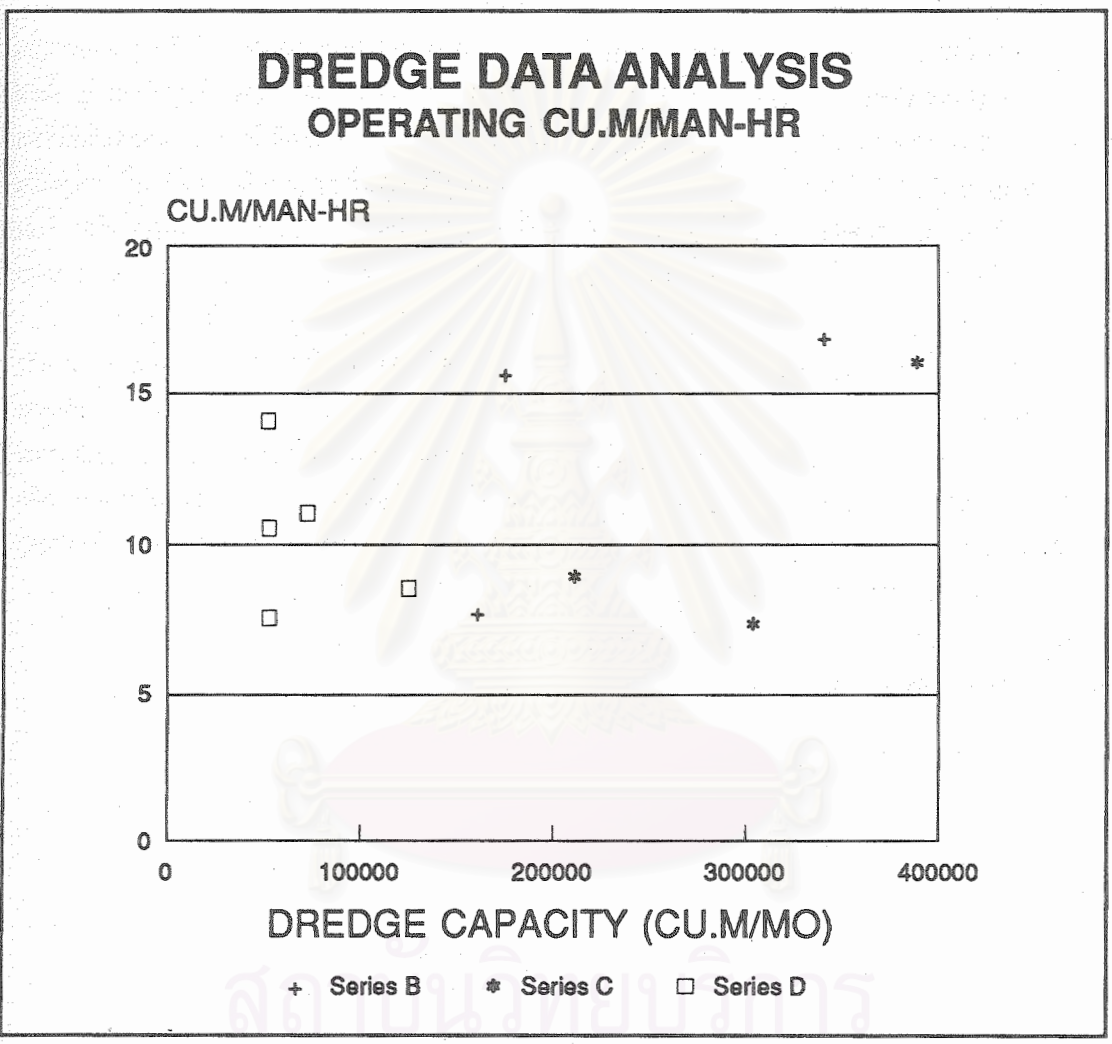
B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-17



B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเรือขุด

จะเห็นว่าจากตารางที่ 3-2 (ก) และ 3-2 (ข) ได้แบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อพิจารณาทางด้านค่าใช้จ่ายของเรือขุด ดังนี้

- ค่าแรงต่อหน่วย ลบ.เมตร ของดินที่ขุดได้ (Labor Cost/CU.M)
- ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อหน่วย ลบ.เมตร ของดินที่ขุดได้ (Fuel Cost/CU.M)
- ค่าซ่อมบำรุงต่อหน่วย ลบ.เมตร ของดินที่ขุดได้ (Repair Cost/CU.M)
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ต่อหน่วย ลบ.เมตร ของดินที่ขุดได้
- ค่าใช้จ่ายดำเนินการต่อหน่วย ลบ.เมตร ของดินที่ขุดได้

ข้อมูลของเรือขุดบางลำไม่สามารถจะหามาได้จึงเว้นว่างไว้

ค่าแรงต่อ ลบ.เมตร ของเรือขุดตามรูปที่ 3-18 มีได้ตั้งแต่ 0.74 บาท/ลบ.เมตร ถึง 10.41 บาท/ลบ.เมตร ข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าแรงระหว่าง 0.74-2.40 บาท/ลบ.เมตร

ส่วนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงต่อ ลบ.เมตร ตามรูปที่ 3-19 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 5 บาท - 12 บาท/ลบ.เมตร ส่วนใหญ่มีค่าน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 9-10 บาท/ลบ.เมตร

ค่าซ่อมบำรุงของเรือขุดแรในทะเล ตามรูปที่ 3-20 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4-4.50 บาท/ลบ.เมตร ข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณ 2.72-5.72 บาท/ลบ.เมตร

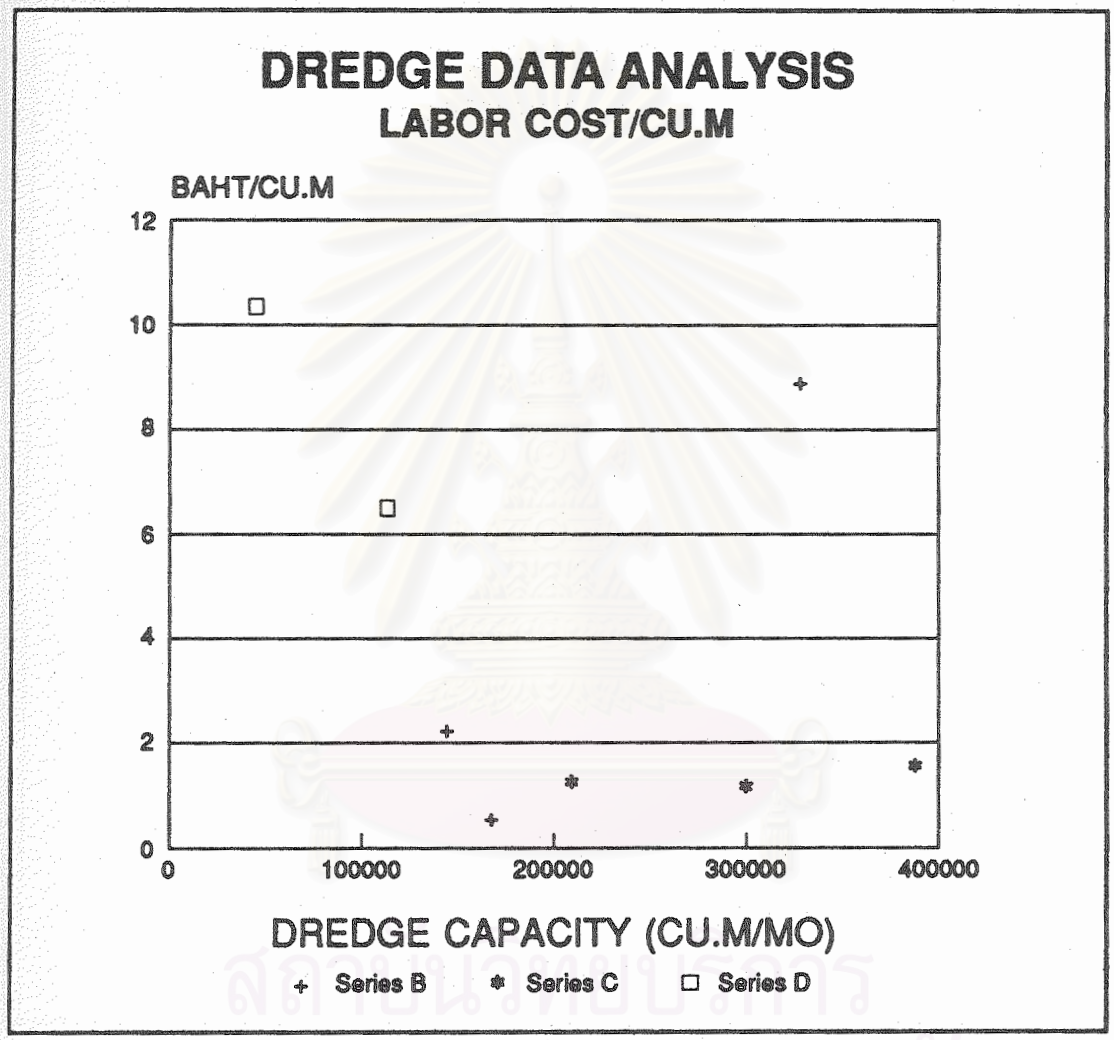
และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตามรูปที่ 3-21 มีได้ตั้งแต่ 0.01-3.62 บาท/ลบ.เมตร มีการกระจายตัวของข้อมูลแบบไม่มีทิศทาง

เมื่อรวมค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกันดังปรากฏในรูปที่ 3-22 ค่าใช้จ่ายดำเนินการของเรือขุดมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 15-27 บาท/ลบ.เมตร โดยที่เรือขุดขนาดใหญ่จะมีค่าใช้จ่ายดำเนินการที่ถูกกว่าเรือขุดขนาดเล็ก ค่าใช้จ่ายที่ถูกที่สุดเป็นเรือขุดแบบ Modified Suction Cutter เพียง 11.04 บาท/ลบ.เมตร ส่วนค่าใช้จ่ายของเรือดันจะอยู่ระหว่าง 22-30 บาท/ลบ.เมตร ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง

และถ้าคิดเฉพาะเรือขุดแบบ Suction Boat และเรือขุดแบบ Modified Suction Cutter ซึ่งมีพื้นฐานวิธีการขุดดินแบบเดียวกัน ในกราฟรูปที่ 13-23 จะเห็นความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้รับ มีค่าใช้จ่ายดำเนินการเฉลี่ยประมาณ 10-27.50 บาท/ลบ.เมตร ที่เรือขุดแบบดัดแปลงจะมีค่าใช้จ่ายเพียง 10-16 บาท/ลบ.เมตร เท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-18

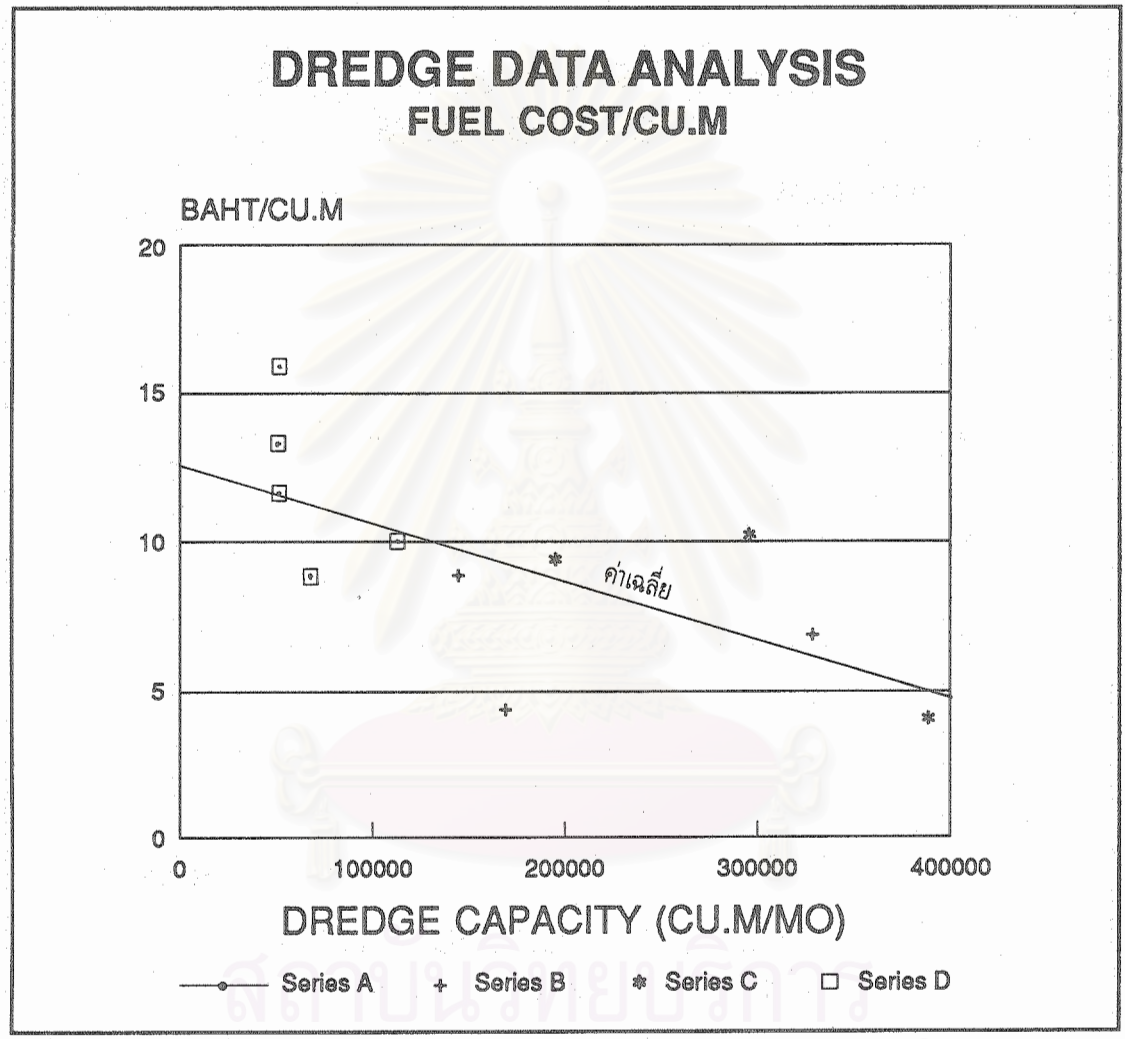


B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

รูปที่ 3-19



A = ค่าเฉลี่ย

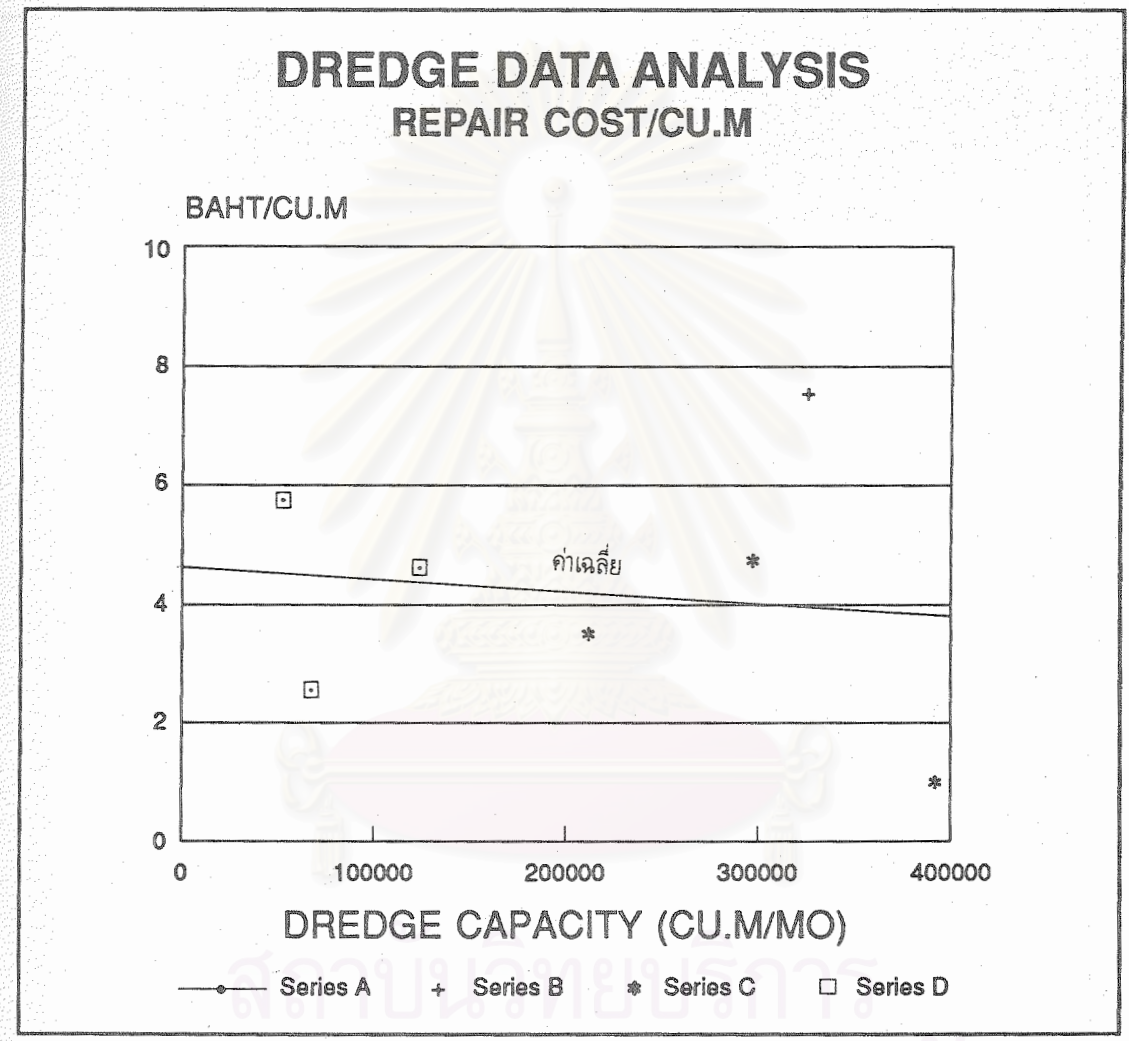
B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-20



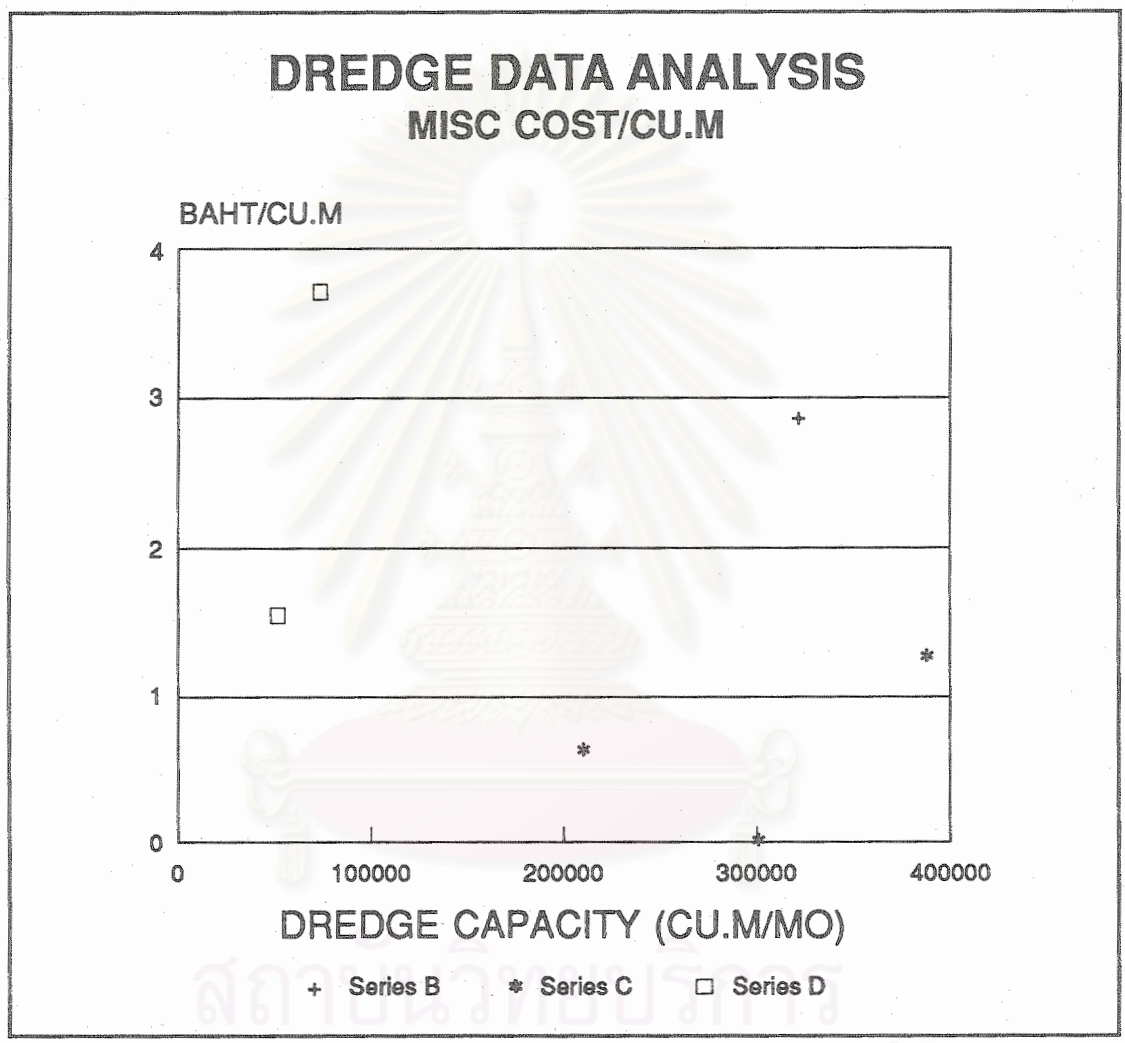
A = ค่าเฉลี่ย

B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

รูปที่ 3-21



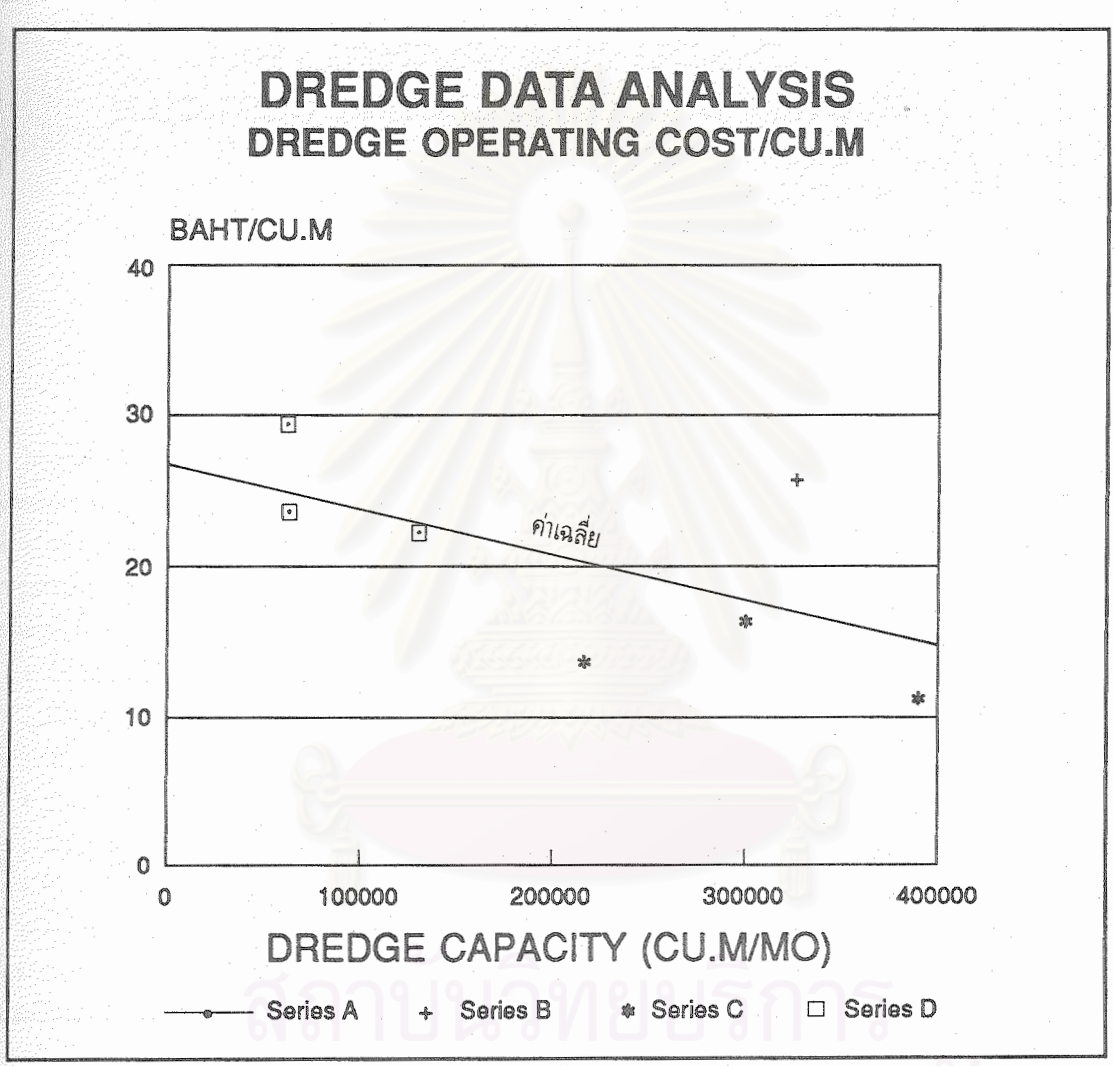
B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-22



A = ค่าเฉลี่ย

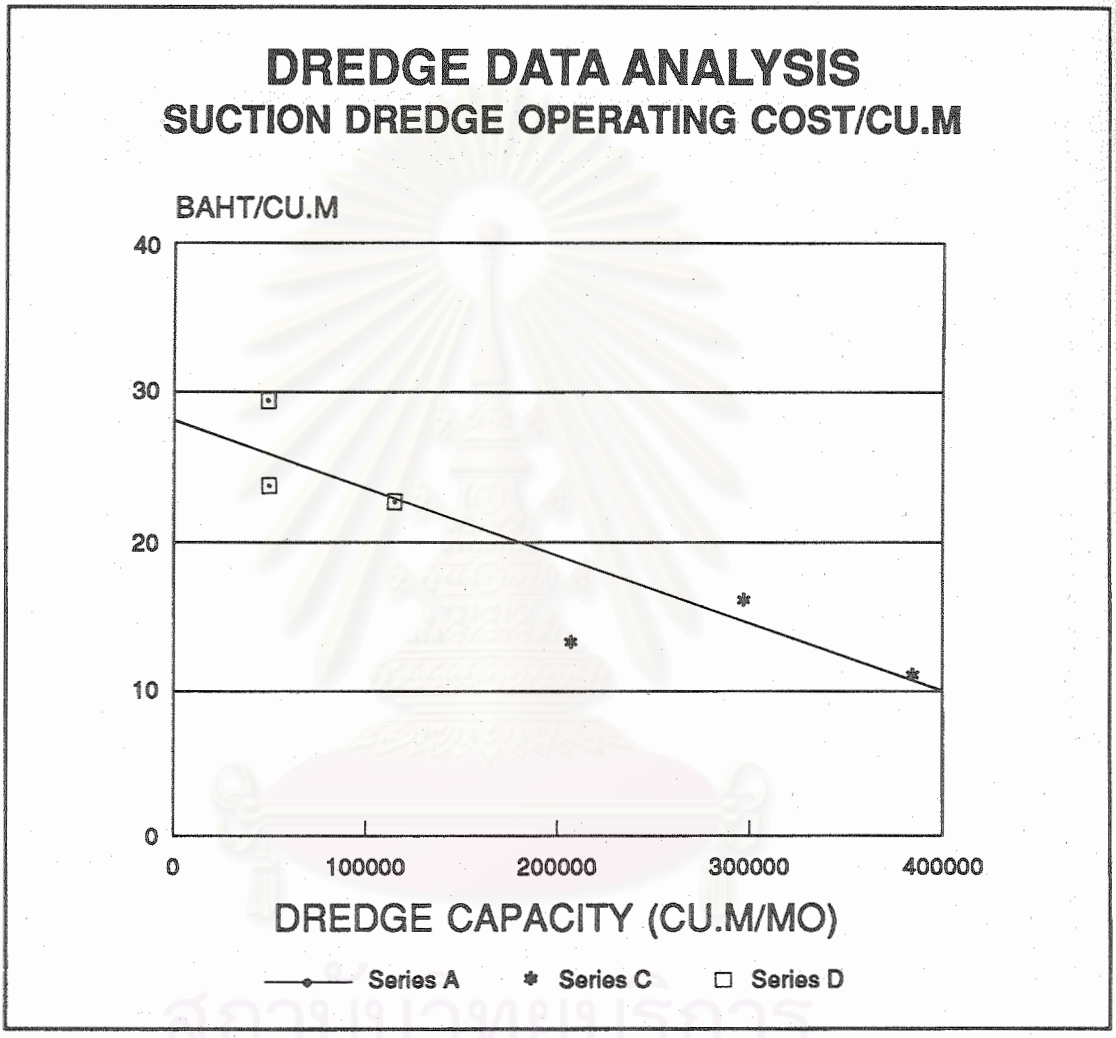
B = Bucket Dredge

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3-23



A = ค่าเฉลี่ย

C = Modified Suction Cutter

D = Suction Boat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
แนวความคิดในการออกแบบเรือขุดแร่ดีบุก

ในบทนี้ผลที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ ซึ่งได้อธิบายไปแล้วในบทที่ 3 การประยุกต์ผลการศึกษา โดยมุ่งประเด็นถึงแนวทางการออกแบบเรือขุด จึงน่าที่จะหยิบยกมาพิจารณาได้ในประเด็นต่อไปนี้

1. ลำตัวเรือขุด (Dredge Pontoon)
2. ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลังและการส่งผ่านกำลัง
3. การวางเครื่องจักร เพื่อสมดุลย์น้ำหนักบนเรือขุด
4. ประเภทของการขุดดิน
5. ระบบควบคุมการขุดดิน
6. การแต่งแร่บนเรือขุดแร่

แต่ละประเด็นจะกล่าวโดยละเอียดต่อไป ในเชิงภาพรวมและแนวทางเพื่อการเลือกและออกแบบเรือขุดให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นของแหล่งแร่

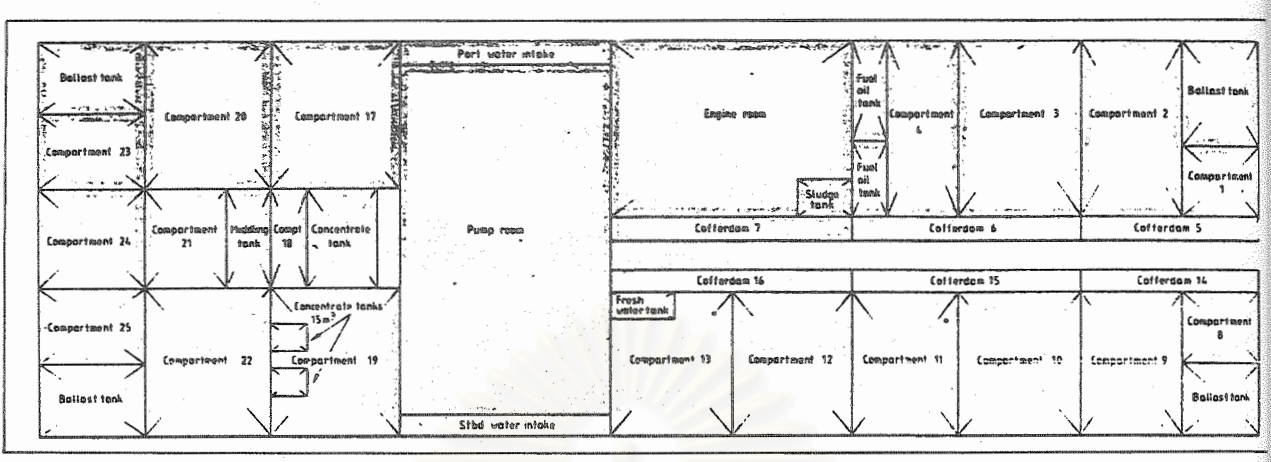
4.1 ลำตัวเรือขุด (Dredge Pontoon)

มีหน้าที่สำคัญเพื่อรองรับน้ำหนักของเครื่องจักรและโครงสร้างบนเรือขุด ในการออกแบบลำตัวเรือขุดควรมีลักษณะสำคัญคือ

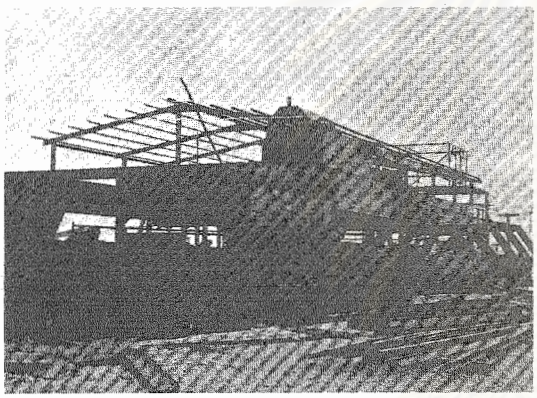
1. มีพื้นที่กว้างเพียงพอต่อการทำงานบนเรือขุด
2. มีความยาวของเรือขุดเพียงพอสำหรับการยกบันไดหรือท่อดูด และเกิดการสมดุลย์ของน้ำหนัก
3. มีความลึก (กินน้ำลึก) เพียงพอที่จะทำให้เกิดสมดุลย์ของน้ำหนักและมีจุดศูนย์ถ่วงของเรือต่ำ ไม่พลิกคว่ำเมื่อโดนคลื่นลม
4. พื้นระดับของเรือขุดสูงจากระดับน้ำเพียงพอ และไม่ได้ผลกระทบจากคลื่นลมเช่นขนาดคลื่นเฉลี่ยในท้องที่ 0.50 เมตร กราบเรือก็ควรสูงจากท้องคลื่นเพิ่มขึ้นไปอีกอาจจะไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
5. ลำตัวเรือขุดควรแบ่งเป็นห้อง ๆ แยกออกจากกันเพื่อ
   - ป้องกันการรั่วซึมของน้ำ เข้ามาในลำตัวเรือ
   - เพื่อควบคุมถ่ายน้ำหนักของเรือขุดในภาวะต่าง ๆ
   - เพื่อใช้เก็บวัสดุต่าง ๆ รวมทั้ง เครื่องยนต์ ปั๊มน้ำจืด น้ำมัน เชื้อเพลิง และเก็บแร่

รูปที่ 4-1 แสดงแปลนของลำตัวเรือขุดบ่อดานซึ่งแบ่งเป็นห้อง ๆ เพื่อใช้สอยและควบคุมการรั่วซึมของน้ำทะเล

รูปที่ 4-2 แสดงโคลงลำตัวของเรือขุดแร่ดีบุกอันดามัน ซึ่งอยู่ระหว่างการก่อสร้าง (เมษายน 2530) เป็นเรือดันขนาดใหญ่ซึ่งใช้เหล็กเป็นปริมาณมากในการต่อเรือขุด



รูปที่ 4-1 ลำตัวเรือขุดบ่อดาน แบ่งเป็นห้อง ๆ ของเรือขุดแร่บ่อดาน



รูปที่ 4-2

ในกรณีที่พิจารณาเฉพาะน้ำหนักของเรือขุดแร่ จากรูปที่ 3-2 ที่ขนาดต่าง ๆ กันจะได้

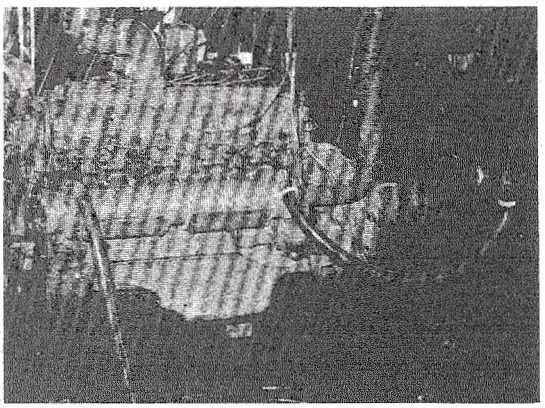
Dredge Copacity (ลบ ม./ด)	น.น ของเรือขุด (เมตริกตัน)
50,000	500
100,000	1,100
200,000	2,200
300,000	2,300
400,000	4,400

อัตราเพิ่มของน้ำหนักของเรือขุด ประมาณ 1.1 ตัน/1000 ลบ.ม./ด

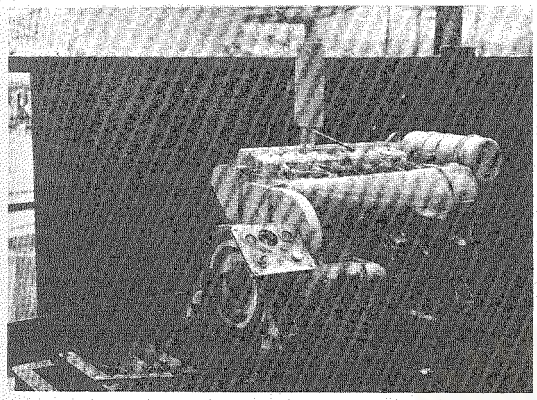
4.2 ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลังและการส่งผ่านกำลังงาน

ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลังและการส่งผ่านกำลังรวมเป็นพื้นฐานการจัดการพลังงาน ให้กับเรือขุดที่สำคัญยิ่ง การพัฒนาระบบเครื่องต้นกำลังจะเห็นได้จากเรือขุดต่าง ๆ ซึ่งมีระบบดังนี้

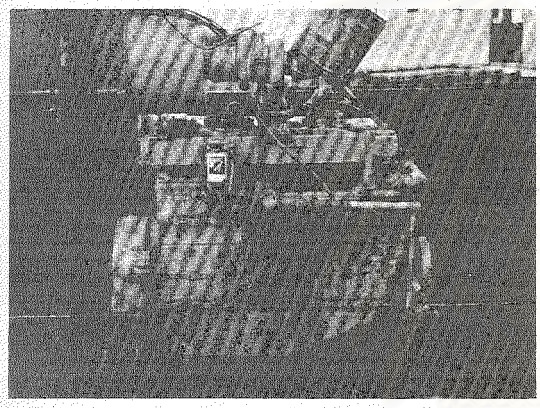
4.2.1 ระบบใช้เครื่องยนต์ดีเซลขับเคลื่อนโดยตรง และแยกส่วนออกจากกัน นิยมใช้กันมากในเรือขุดแต่ขนาดเล็กประเภทเรือดันและแพดูดแร่ เนื่องจากสามารถหาซื้อและดัดแปลงเครื่องยนต์ใช้แล้วที่มีอยู่ในท้องตลาดเข้ามาติดตั้งบนเรือขุดได้เลย การออกแบบการติดตั้งไม่สลับซับซ้อน ปัญหาที่ปรากฏคือค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ดีเซลจะอยู่ในระดับสูง และเมื่อเรือขุดขนาดใหญ่ขึ้นจะมีปัญหาสืบเนื่องจากการใช้พลังงานของระบบไม่เต็มที่ ซึ่งหมายถึงมีแรงม้าเครื่องยนต์ติดตั้งมากกว่าแรงม้าที่ใช้งานปกติ



รูปที่ 4-3 แสดงเครื่องยนต์ดีเซลขับปั๊มทรายบนเรือดัน



รูปที่ 4-4 เครื่องยนต์ MITSUL DEUTZ-120 แรงม้า เป็นแบบหนึ่งที่ใช้ติดตั้งบนเรือดัน

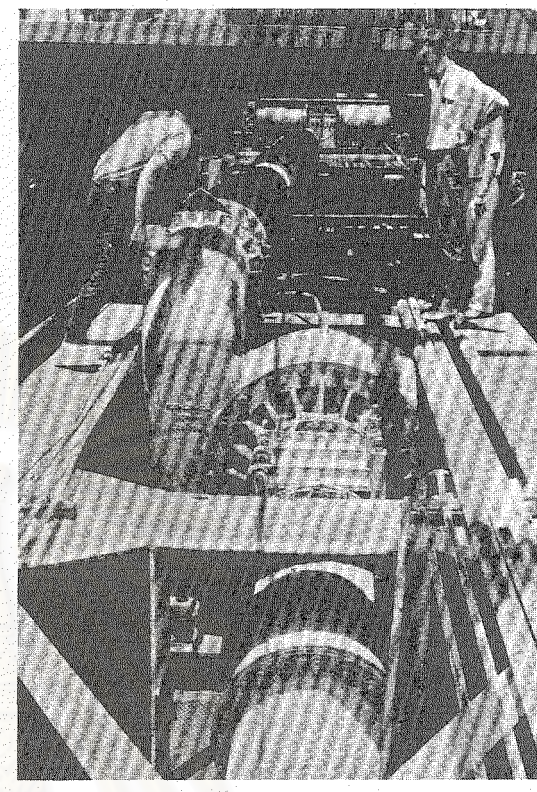


รูปที่ 4-5 เครื่องยนต์ Cummins N 335 280 แรงม้า ใช้ติดตั้งบนเรือดัน

4.2.2 ระบบเครื่องยนต์ดีเซล-ไฟฟ้า-มอเตอร์ ให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านกำลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล จำนวน 3-4 เครื่อง หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วนำไฟฟ้าไปใช้บนเรือขุดต่อไป โดยใช้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการหมุนเครื่องจักรกลต่าง ๆ การใช้ไฟฟ้าและมอเตอร์เหมาะสมกับเรือขุดขนาดใหญ่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและลดการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรต้นกำลังลงได้อย่างมากมาย แต่มักจะมีปัญหาในการทำงานซึ่งมีสภาวะแวดล้อมที่อับชื้นบนเรือขุด บางจุดจึงมักจะมีปัญหาในการใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน

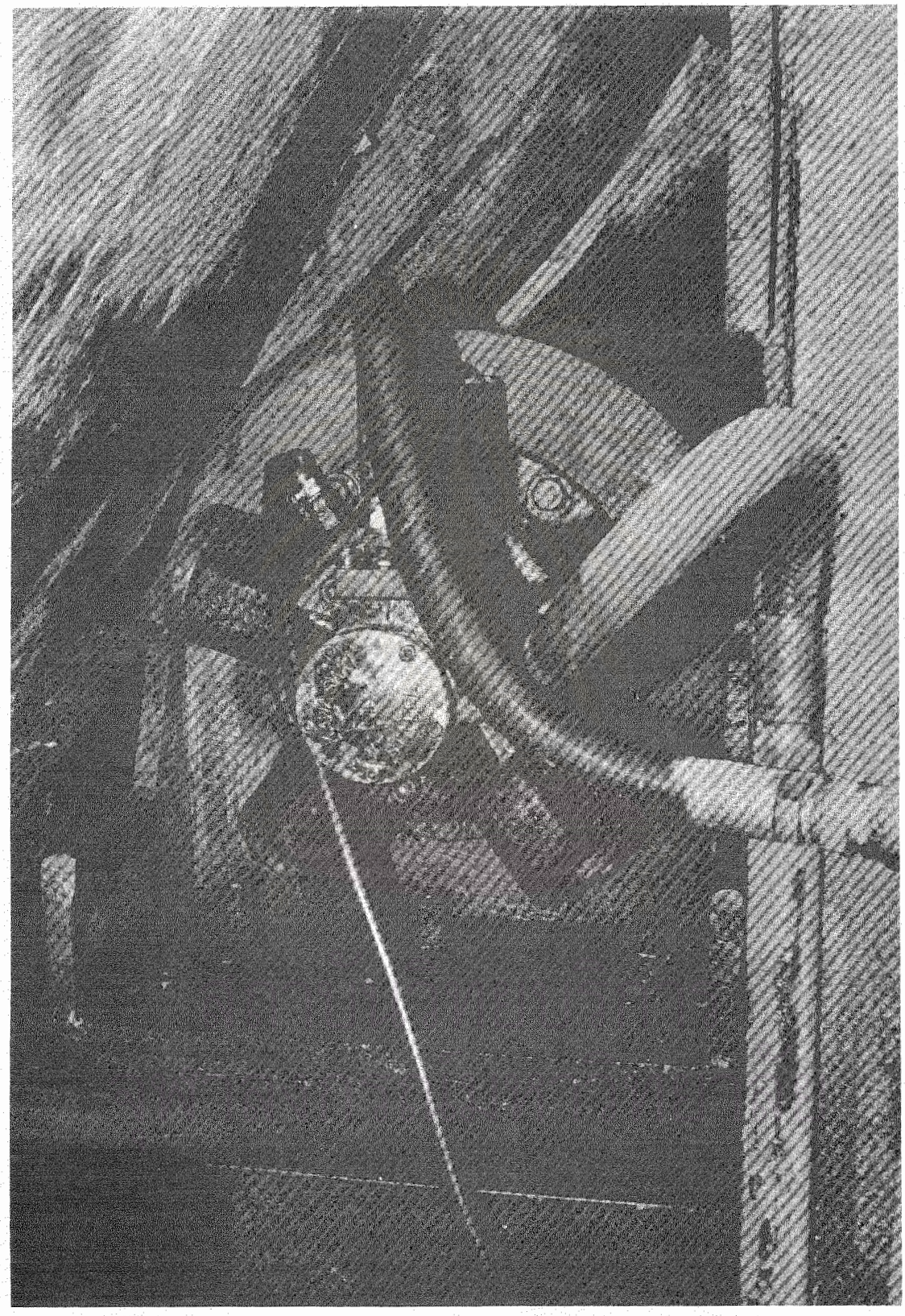
ยกตัวอย่างเช่นการติดตั้งมอเตอร์ใต้น้ำ และในกรณีที่มีการใช้ความเร็วรอบต่ำมาก ๆ และต้องการแรงบิดสูง

4.2.3 ระบบเครื่องยนต์ดีเซล-ไฟฟ้า/มอเตอร์ รวมกับระบบขับเคลื่อนไฮดรอลิค การพัฒนาทางเทคโนโลยีของระบบไอดรอลิค ก่อให้เกิดการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรม

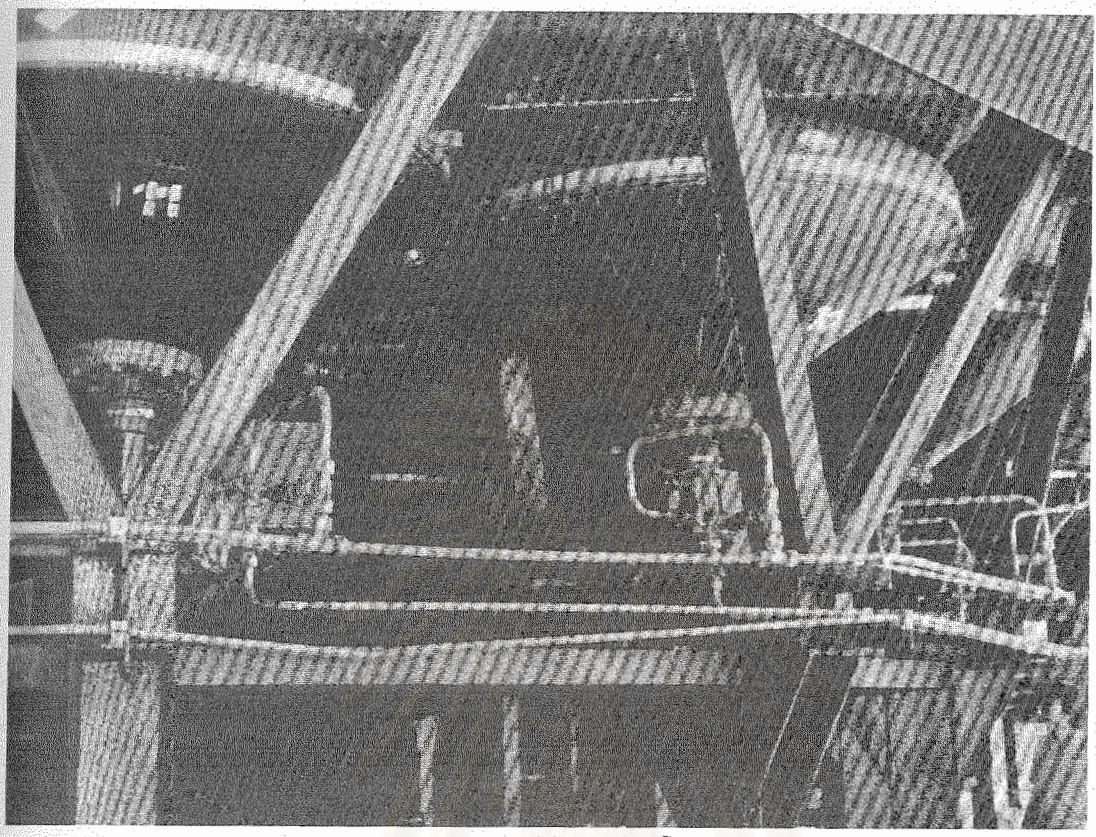


รูปที่ 4-6 ระบบไฮดรอลิคขับปั๊มทรายใต้น้ำ

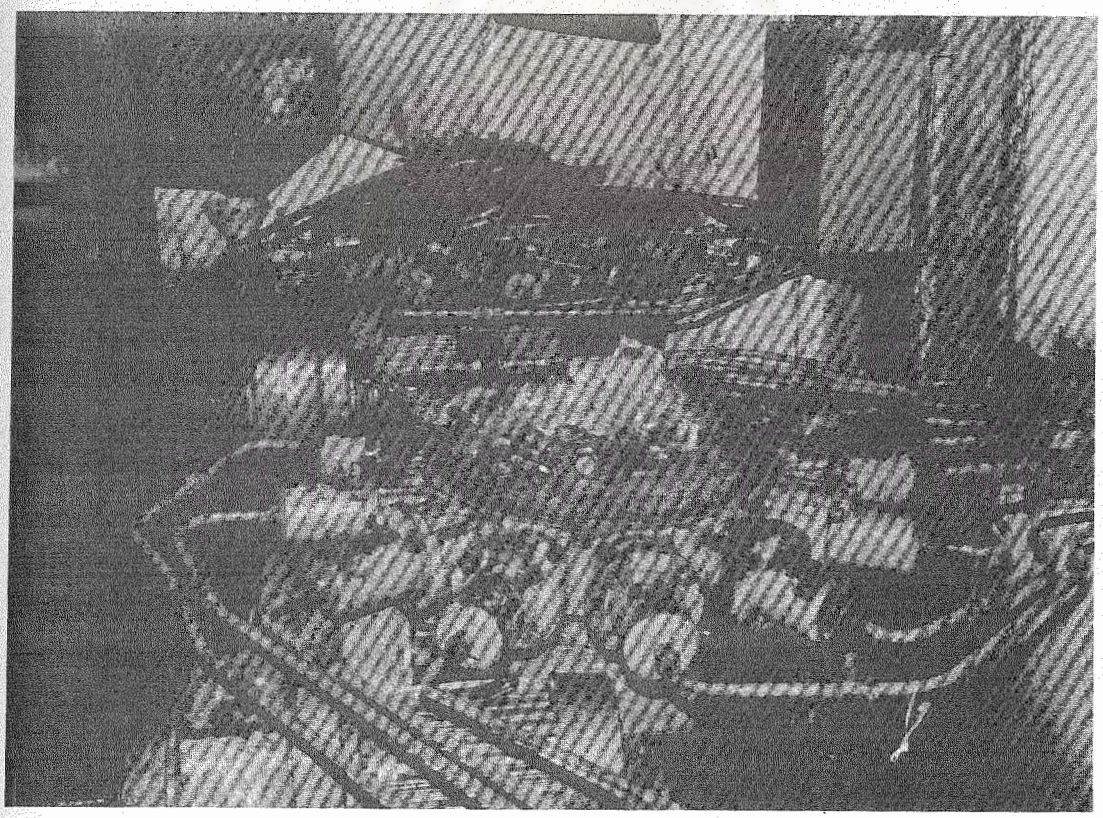
เครื่องจักรกลหนักอย่างมากมายเรือขุดส่วนใหญ่ที่ต่อและดัดแปลงในประเทศได้นำเอาระบบไฮดรอลิคมาผสมผสานกับระบบดีเซล-ไฟฟ้า ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ระบบไฮดรอลิคกับการขับจิ๊ก ปั๊มทรายใต้น้ำบริเวณตะแกรงหมุน การออกแบบระบบไฮดรอลิคบางส่วนบนเรือขุด จึงเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาในรายละเอียดต่อไป



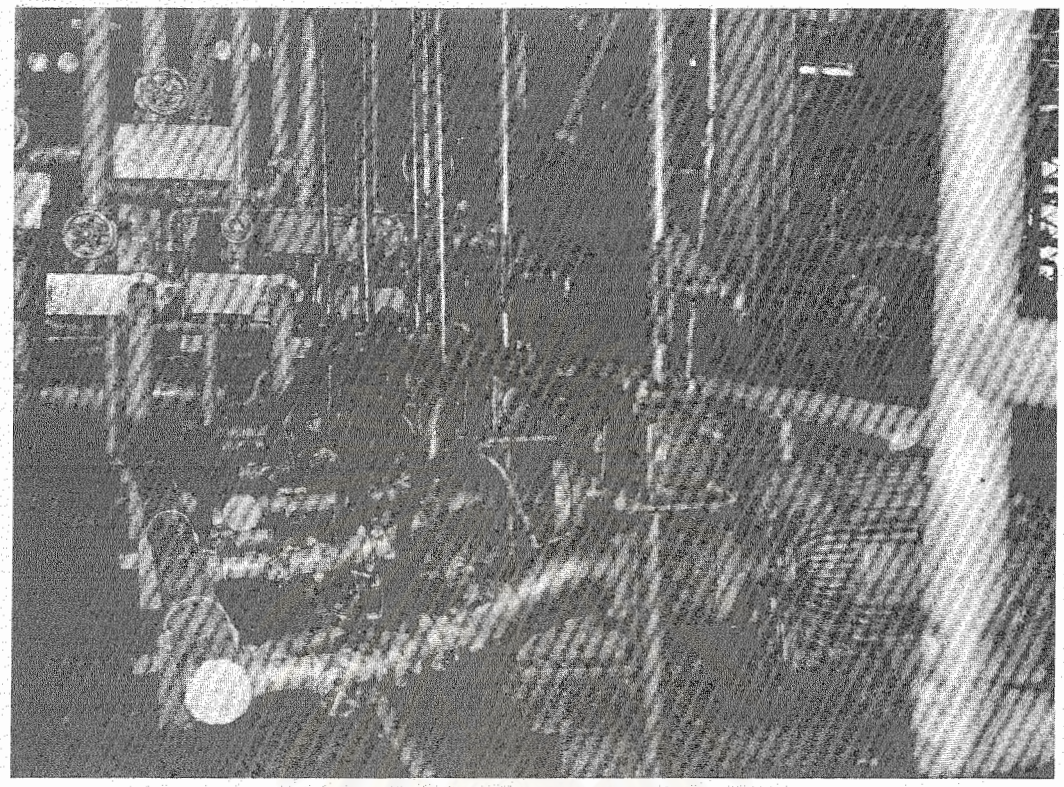
รูปที่ 4-7 ไฮดรอลิคมอเตอร์ ขับเคลื่อนตะแกรงหมุน



รูปที่ 4-8 ระบบไฮดรอลิคขับจิ๊ก



รูปที่ 4-9 ระบบไฮดรอลิคควบคุมการขับจิ๊ก



รูปที่ 4-10 ระบบปั๊มไฮดรอลิคบนเรือ ASC 1

รูปที่ 4-11 ระบบปั๊มไฮดรอลิค บนเรือกลุ่มรวมใจ

4.2.4 แนวทางสำหรับขนาดแรงม้าของเครื่องยนต์บนเรือชุด จากข้อมูลที่เก็บและวิเคราะห์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเรือชุดแร่ พอจะมีแนวทางของแรงม้าติดตั้งบนเรือชุดดังนี้

Dredge Capacity (Cu.m./Mo.)	Installed HP	
	Suction Cutter Dredge	Bucket Dredge
50,000	1,500	875
100,000	2,500	1,150
150.000	3,515	1,425
200,000	4,530	1,700
250,000	4,545	1,975
300,000	6,560	2,250
350,000	7,575	2,525
400,000	8,590	2,800

4.3 การวางตำแหน่งของเครื่องจักรกลบนเรือขุด

ข้อกำหนดสำคัญในการวางตำแหน่งของเครื่องจักรกล คือ

1. ตำแหน่งของเครื่องจักรกลและน้ำหนักบนเรือขุดจะต้องมีเสถียรภาพและมีสมดุลย์ไม่ให้เรือเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง โดยให้มีผลลัพธ์ของโมเมนต์รอบแกนเรือเป็นศูนย์

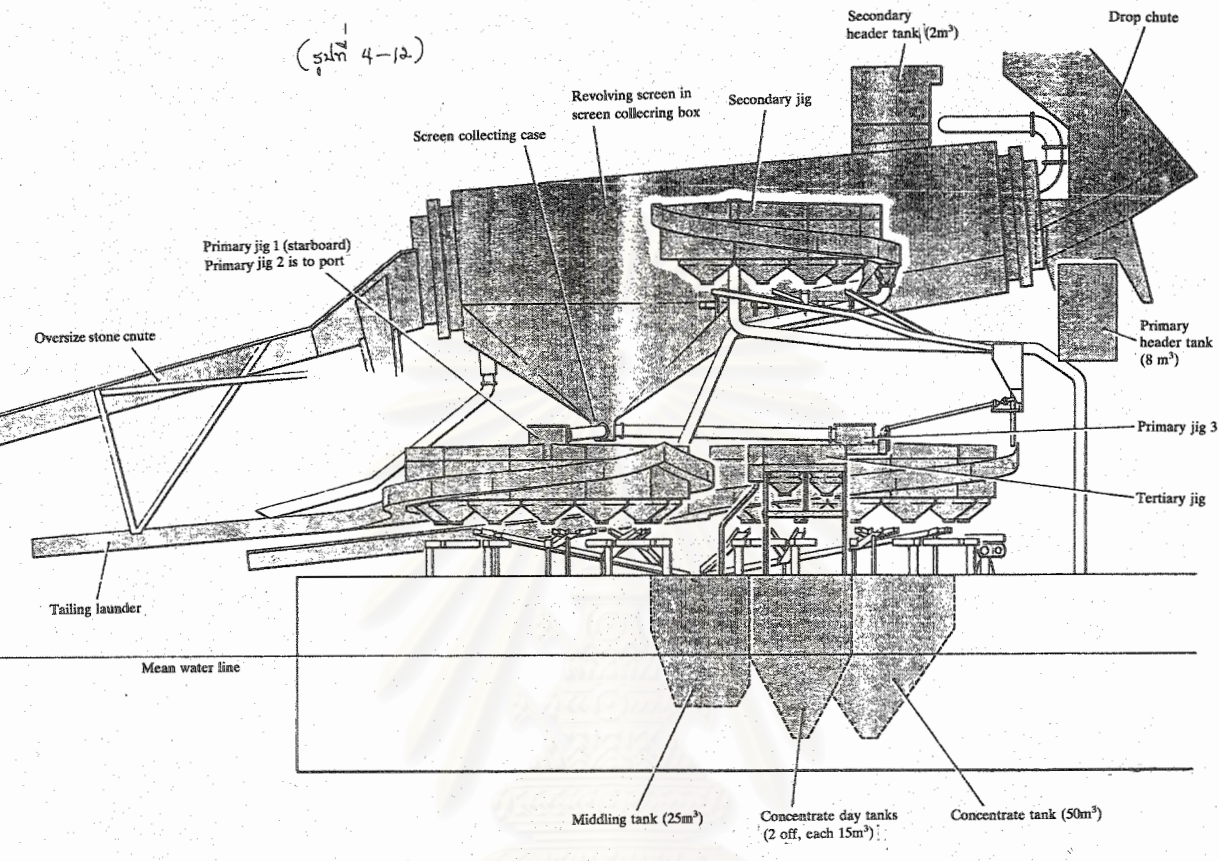
2. ระยะห่างระหว่างเครื่องจักรกลจะต้องมีมากเพียงพอให้เกิดการทำงานรวมทั้งการถอดย้าย ซ่อมบำรุงได้สะดวก

3. เรือขุดมักจะมีข้อจำกัดเรื่องความสูง การออกแบบตำแหน่งและการวางเครื่องจักรกลและระดับคานบน ควรมีช่องว่างเพียงพอให้คนเดินผ่านได้โดยไม่ก้มหัว (ควรสูงไม่น้อยกว่า 200 เมตร)

4. เครื่องจักรกลขนาดหนักมักจะอยู่บริเวณช่วงล่างของลำตัวเรือ (ในหลายกรณีอยู่ใน Pontoon เพื่อทำหน้าที่ถ่วงน้ำหนักให้จุดศูนย์ถ่วงของเรืออยู่ต่ำลงมากที่สุด)

5. ห้องควบคุมจะอยู่ชั้นบนตอนหน้าซ้าย เพื่อให้อยู่ห่างจากเสียงและการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร และมีทัศนวิสัยสามารถมองเห็นการทำงานของเครื่องจักรได้ตลอดลำเรือขุด ตำแหน่งของเครื่องจักรที่มักจะพบคือ

เครื่องจักร	บริเวณ
1. ปั๊ม/เครื่องยนต์	กลางลำเรือขุด (ในลำเรือขุด)
2. เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า	กราบซ้ายของเรือข้างช่องบันได
3. กว้าน	กราบขวาของเรือข้างช่องบันได
4. ตะแกรงหมุน	บริเวณกลางลำเรือ ชั้นบนของเรือขุดรับต่อจาก Dropchute
5. ห้องควบคุม	ชั้นบนด้านขวาบริเวณตอนหน้า
6. Primary Jig	Main Deck ตอนท้าย ซ้าย-ขวาของเรือขุด
7. Secondary Jig	ชั้นบน 2 ข้างของเรือขุด หรืออาจอยู่ชั้นล่างตอนท้ายของเรือขุดในลำตัวเรือ
8. ถังเก็บแร่	



รูปที่ 4-12 การวางตำแหน่งของเครื่องจักรแต่งแร่บนเรือขุด (เรือขุดแร่บ่อดาน)

4.4 การเลือกประเภทของเรือขุดแร่

เรือขุดแร่ที่พบเห็นและนิยมใช้กันในประเทศไทย ได้แก่

- เรือขุดแร่แบบ Bucket Dredge
- เรือขุดแร่แบบ Modified Suction Cutter
- เรือขุดแร่แบบ เรือดัน (Suction Boat & Cutter)

เมื่อพิจารณาถึงกลไกของการขุดที่แท้จริงแล้วมีเพียง 2 ลักษณะ คือ

1. เรือขุดแบบ Bucket Dredge
2. เรือขุดแบบ Suction Cutter

การพิจารณาเลือกเรือขุดแร่จะต้องคำนึงถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของเรือขุดแต่ละประเภท ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการทำงาน รวมทั้งข้อจำกัดของการลงทุนด้วย

4.4.1 เรือขุดแบบ Bucket Dredge

เป็นเรือขุดที่นิยมใช้กันมาในอดีต โดยเฉพาะการทำเหมืองเรือขุดบนบก เหมาะกับความลึกของน้ำไม่เกิน 160 ฟุต สามารถขุดดินทรายได้ปริมาณมากสามารถเก็บกวาดแร่ที่ชั้นกะสะได้มากกว่าเรือขุดแบบอื่น อัตราความเร็วของบักเก็ตทั่วไปประมาณ 21-24 ลูก/นาที ในเรือขุดขนาดใหญ่จะใช้ความเร็วสูงขึ้นถึง 27 ลูก/นาที จนถึง 38 ลูก/นาที

เรือขุดแบบนี้มีแรงม้าติดตั้งน้อย ดังนั้นจึงใช้น้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่า แต่เมื่อจะขยายเรือขุดให้ขุดลึกลงอีกจะต้องขยายขนาดของเรือขุด จำนวนบักเก็ตที่ร้อยรอบบันได ซึ่งหมายถึงปริมาณเงินลงทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย

รูปที่ 4-13 บักเก็ตบนเรือขุดบ่อดาน

การคำนวณอัตราความเร็วของบักเก็ต ใช้สมการ

$$Q_B = \frac{(BPM)\ (S)\ (Cb)\ (Eff)\ (60)}{(27)}$$

เมื่อ BMP = บักเก็ต/นาที

S = Swell Factor

Cb = Bucket Size (ลบ.ฟุต)

Eff = ประสิทธิภาพในการขุด (รวมถึง Bucket Fill Factor ด้วย)

Q_B = ปริมาตรดิน ลบ.หลา/ชม.

ในกรณีที่ต้องการคำนวณขนาดของลูกบักเก็ตใช้สมการ

$$\frac{Q_B = Q_D}{(Li)\ (Dy)\ (H_R)}$$

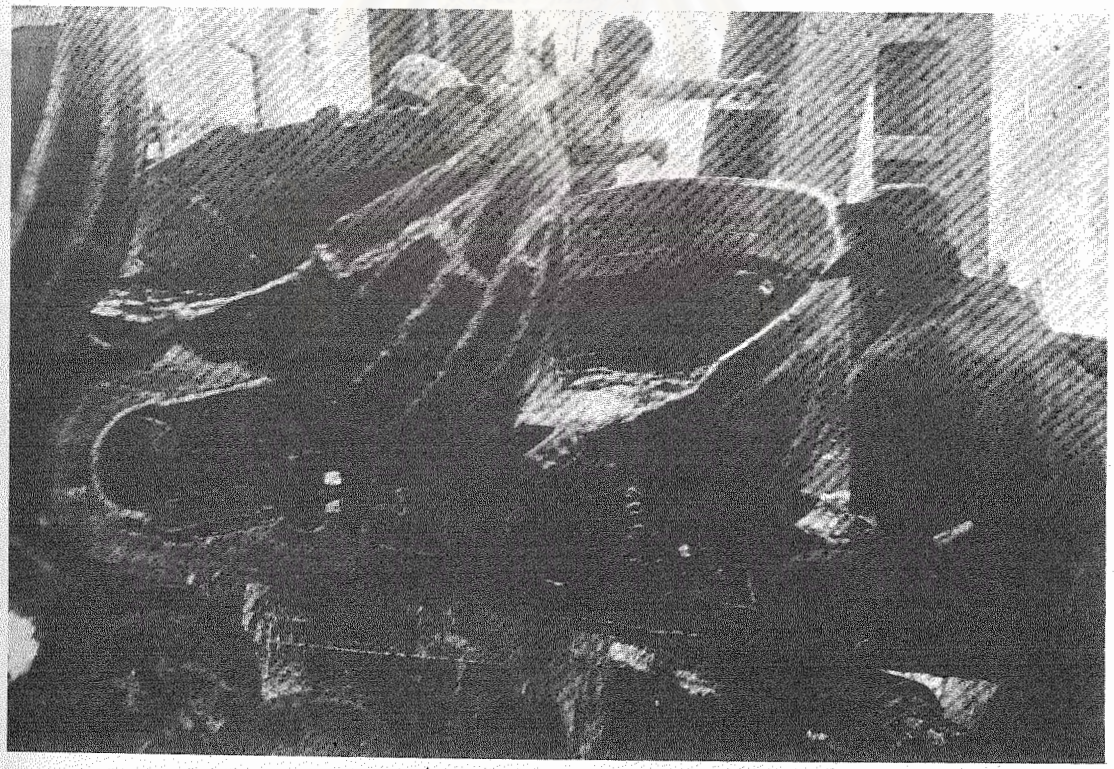
เมื่อ Q_B = ขนาดการทำงานของเรือขุด ลบ.หลา/ชม.

Q_D = ปริมาตร ลบ.หลา ของดินที่ต้องขุดจากแหล่งแร่

Li = อายุการทำเหมือง

Dy = จำนวนวันทำงาน/ปี

H_R = จำนวนชั่วโมงต่อวัน (ใช้ 20 ชม/วัน)



รูปที่ 4-14 บักเก็ต บนเรือขุดบุญสูง

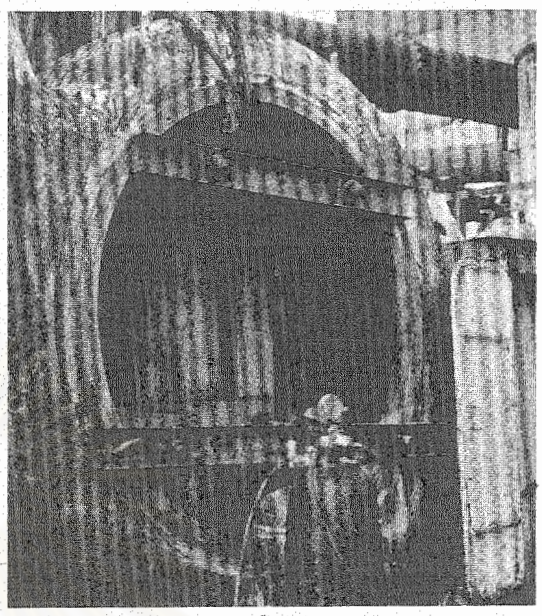
ข้อจำกัดของเรือขุดแบบบักเก็ต ได้แก่

- เสียเวลาคัดหินก้อนใหญ่ซึ่งติดบนบักเก็ต
- ดินเหนียวมักอุดตันบักเก็ต
- เงินลงทุนมาก
- ขุดในที่ตื้นดีกว่าขุดในที่ลึก

4.4.2 เรือขุดแบบ Suction Cutter

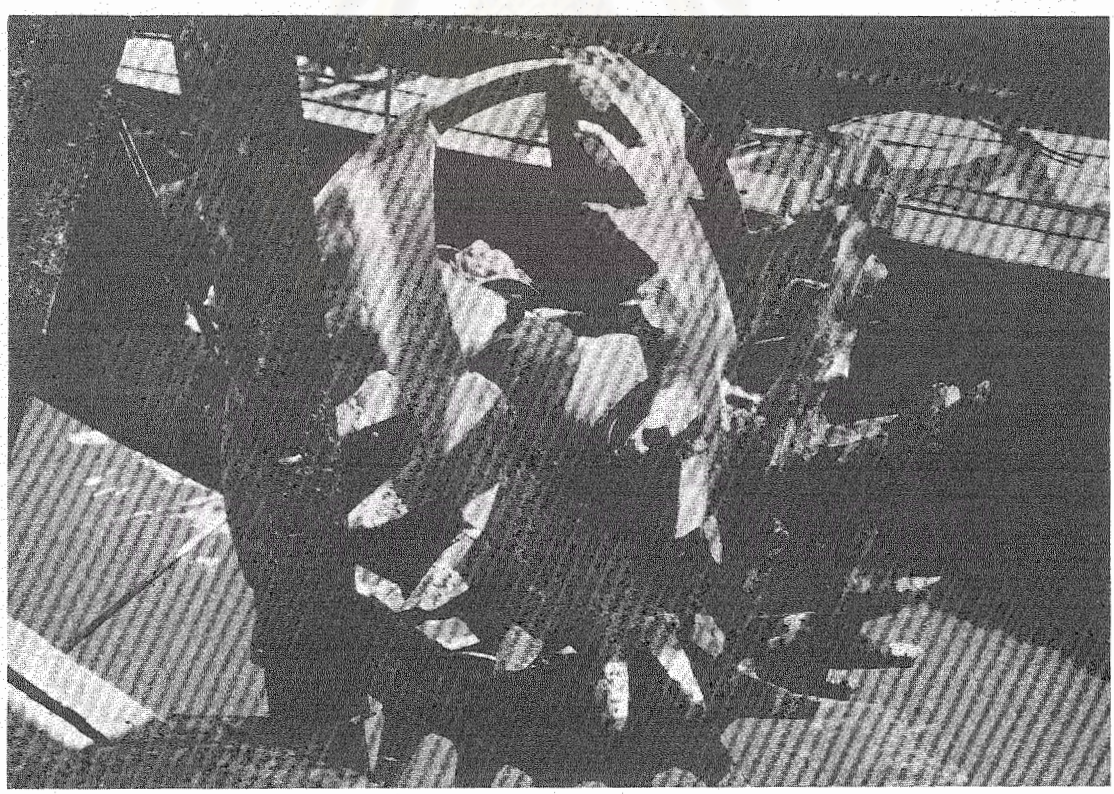
ในแถบชายฝั่งทะเลมีดินเลนน้อย ปัญหาเรื่องดินเหนียวน้อยกว่าบนบก จึงมีผู้นิยมเอาเรือขุดแบบ Suction Cutter มาใช้ขุดแร่ดีบุก

ดินทรายจากฝั่งทะเลจะถูกปั่นและคุ้ยด้วยหัวตัด (Cutter) แล้วดูดขึ้นมาตามท่อดูดด้วยปั๊มขนาดใหญ่ โดยทั่วไปเข้าใจว่าท่อดูดทำมุม 45° กับแนวระนาบจะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดแร่ดีที่สุด องค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบท่อดูดคือ Critical Flow Velocity ซึ่งหมายถึงความเร็วน้อยที่สุดในการไหลของน้ำดินทราย และไม่เกิดการตกตัวของเดินทรายในท่อ ถ้าความเร็วของการไหลน้อยกว่า Critical Flow Velocity จะทำให้เกิดการอุดตันในท่อดูด



รูปที่ 4-15 Casing ของปั๊มดูดหินทรายบนเรือ Suction Cutter Dredge

โดยการประมาณการคร่าว ๆ ความเร็วของการไหลในท่อตกอยู่ประมาณ 15-18 ฟุต/วินาที ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดทรายและจะมีอัตราส่วนโดยปริมาตร 15-20%



รูปที่ 4-16 Cutter ของเรือดัน สุริยัน-จันทรา

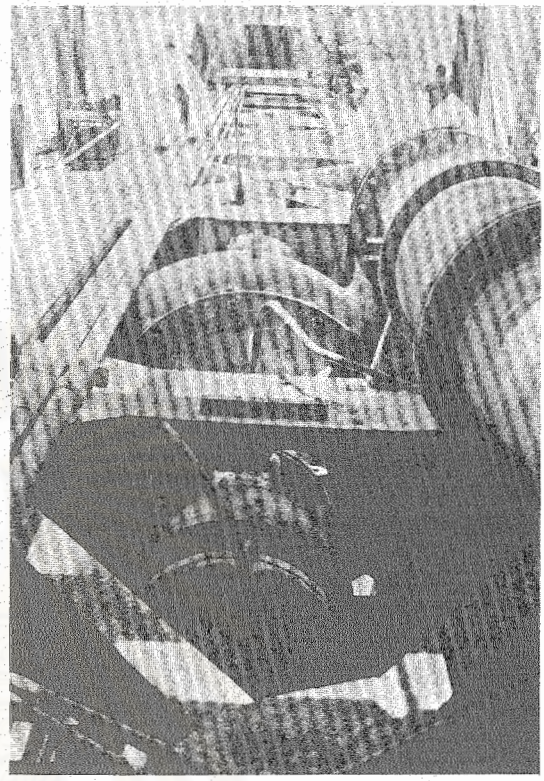
ขนาดท่อดูดที่ใช้มีตั้งแต่ 6-16 นิ้ว เรือขุดบางลำอาจใช้ท่อดูดถึง 36 นิ้ว (เรือขุดแร่วัฒนสิน 3) และปั๊มดูดแร่มีขนาด

600 แรงม้า สำหรับท่อ 10 นิ้ว
1,560 แรงม้า สำหรับท่อ 36 นิ้ว

การคำนวณแรงม้าของปั๊มดูดทราย ใช้สมการอย่างง่าย

$$HP = \frac{(GPM)\ (TDH)\ (SPGR)}{(3{,}960)\ (EFF)}$$

เมื่อ HP = ขนาดแรงม้าที่ต้องการ
GPM = อัตราการไหลของน้ำและดินทราย US Gal/Min
TDH = Total Dynamic Head, ฟุต
SPGR = ความถ่วงจำเพาะของ Slurry
EFF = ประสิทธิภาพของปั๊ม, ปกติ 60-70%



รูปที่ 4-18 ติดตั้งปั๊มหินทราย บริเวณกลางท่อดูดของเรือ ASC 1

รูปที่ 4-17 Cutter ของเรือวัฒนสิน 3

4.5 ระบบควบคุมการขุดและลดการกระแทก

เพื่อให้ระบบการขุดแร่ของเรือขุดทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เรือขุดควรติดตั้งระบบควบคุมการขุดและมาตรวัดต่าง ๆ ทำการตรวจสอบและคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นที่พื้นทะเลระบบควบคุมต่าง ๆ นั้นได้แก่

4.5.1 เกจ์และมาตรวัดแรงดัน, กระแสไฟฟ้า

สำหรับเรือขุดที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนบักเก็ต และปั๊มดูด ปริมาณแอมแปร์ของกระแสไฟฟ้าจะสะท้อนถึงโหลดที่เกิดขึ้น ส่วนเกจ์วัดความดันของน้ำจะแสดงพฤติกรรมของปั๊มน้ำบนเรือขุด

ในการออกแบบห้องควบคุมจึงควรติดตั้งมาตรวัดต่าง ๆ บนห้องควบคุมเพื่อให้พนักงานควบคุมการขุดสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรได้ตลอดเวลา

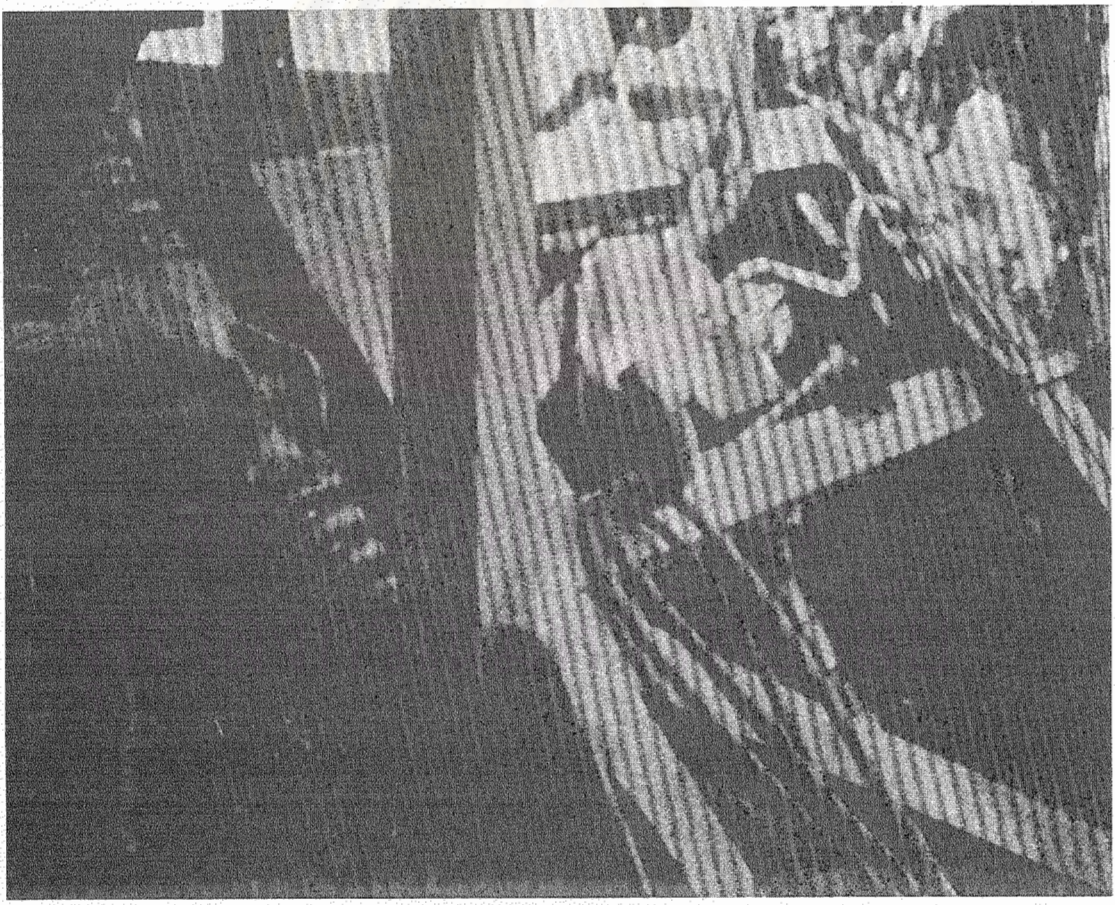
4.5.2 เครื่องมือวัดความหนาแน่นและอัตราการไหลของ Slurry

สำหรับเรือขุดแบบ Suction Cutter มักจะพบปัญหาการอุดตันของท่อดูดอยู่บ่อย ๆ หรือบางครั้งดูดดินทรายขึ้นมาในปริมาณน้อยเกินไป การติดตั้งอุปกรณ์วัดความหนาแน่นและวัดอัตราการไหลของน้ำและดินทรายในท่อดูดและการจดบันทึกอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ควบคุมการทำงานได้อย่างดี และลดเวลาสูญเสียไปจากดินทรายอุดตันท่อดูด

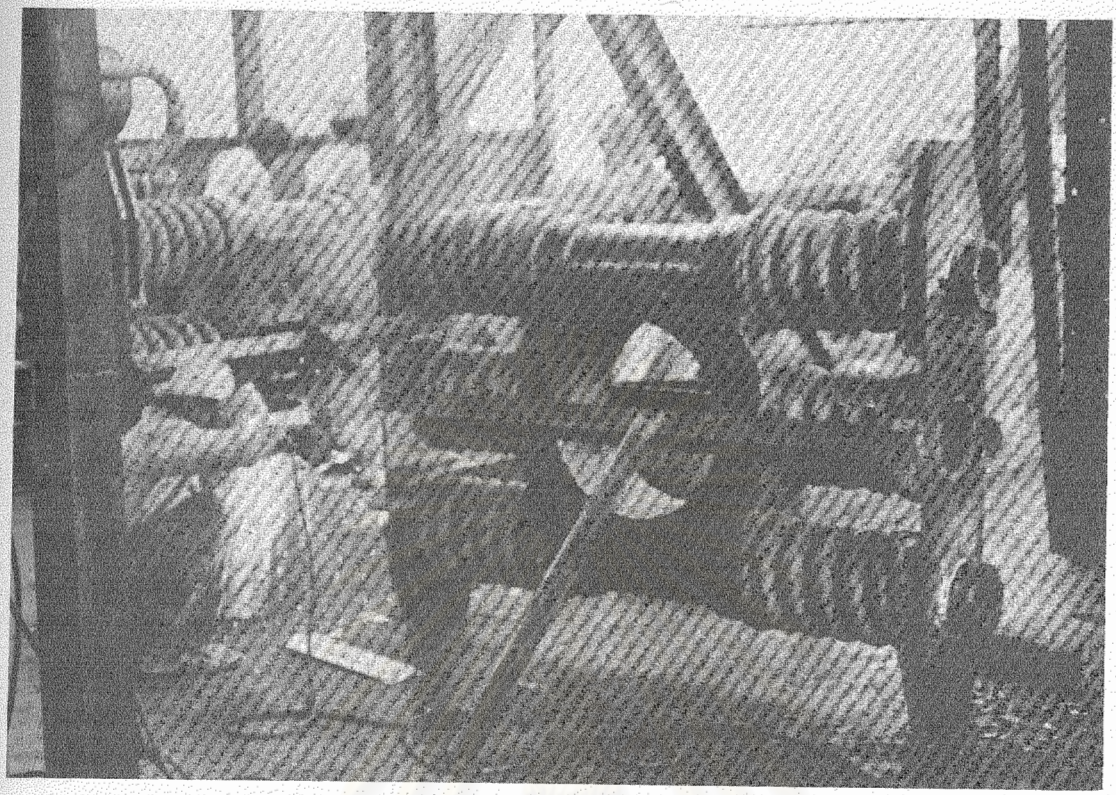
4.5.3 อุปกรณ์ลดแรงกระแทกจากคลื่น

จะลดความเสียหายที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังทำให้หัวดูดทราย หรือบักเก็ตอยู่ที่หน้าดินเสมอ สำหรับเรือดัน นิยมใช้ระบบลดแรงกระแทก โดยใช้สปริงรับแรงที่จุดยึดกับบันไดลำตัวเรือขุด ส่วนเรือขุดแร่ขนาดใหญ่จะใช้ระบบไฮดรอลิค ถ่ายและลดแรงกระแทกที่บันไดกับลำตัวเรือ

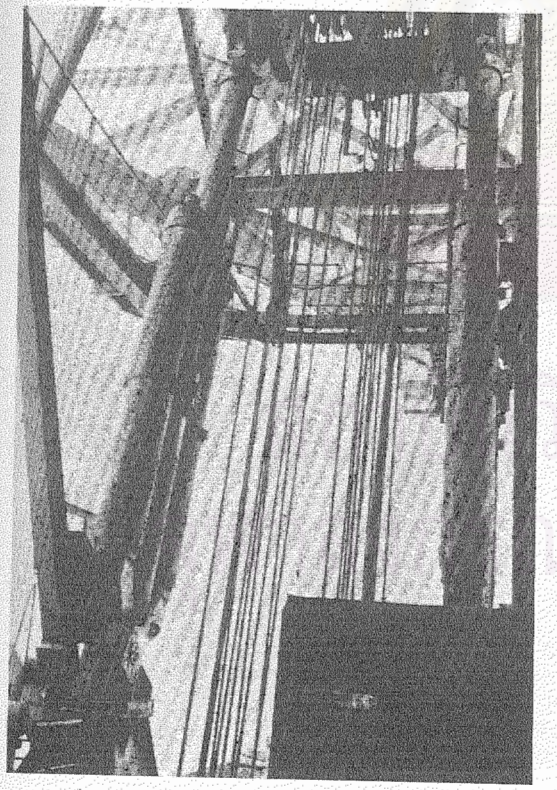
ระบบนี้ยังสามารถทำให้เรือขุดทำงานในขณะที่มีคลื่นลมแรงได้



รูปที่ 4-19 สปริงลดแรงกระแทกที่บันไดกับเรือดัน



รูปที่ 4-20 สปริงลดแรงกระแทก



รูปที่ 4-21 ระบบลดแรงกระแทกของเรือชุดบ่อดาน

4.6 การแต่งแร่ดีบุกบนเรือขุด

ภาคการแต่งแร่บนเรือขุดจะใช้เนื้อที่บนลำตัวเรือขุดทางด้านหลังของเรือขุดเป็นส่วนใหญ่ อุปกรณ์และการติดตั้งจะใช้หลักของแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อประหยัดพลังงานในการแต่งแร่ และยังต้องคำนึงถึงสมดุลย์ของน้ำหนักบนเรือขุดอีกด้วย

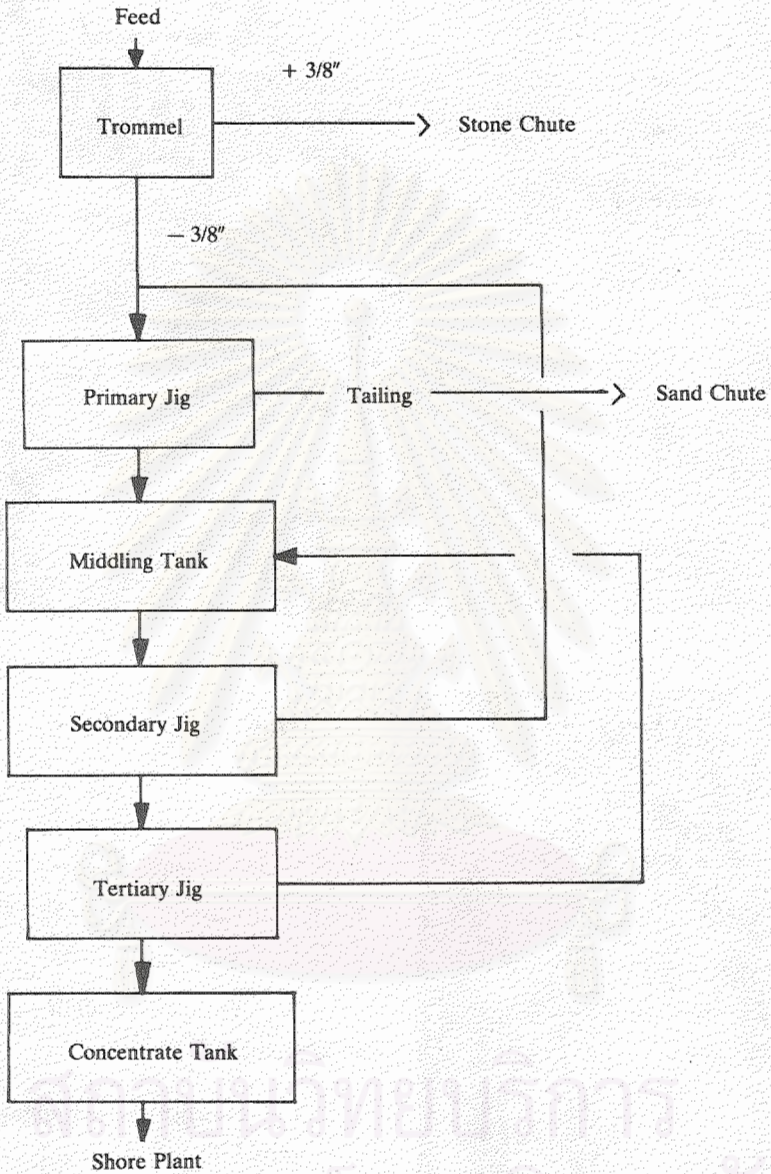
การแต่งแร่บนเรือขุดพอกกล่าวเป็นแนวทางเพื่อการออกแบบ และการใช้งานได้ดังนี้

4.6.1 กระบวนการแต่งแร่บนเรือขุด

แสดงได้โดยรูปที่ 4-22 ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์สำคัญเช่น

- ตะแกรงหมุน
- จิ๊กชุดที่ 1
- จิ๊กชุดที่ 2
- จิ๊กชุดที่ 3
- รางทราย/ราวหิน
- ปั๊มทราย/ปั๊มน้ำเลี้ยงจิ๊ก

แผนผังกระบวนการแต่งแร่บนเรือชุดโดยสังเขป



รูปที่ 4-22

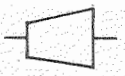
4.6.2 ตะแกรงคัดขนาด

นิยมใช้ตะแกรงหมุนมีขนาดดังนี้

- เส้นผ่าศูนย์กลางของตะแกรง 2.2-3.0 เมตร
- ความยาวตะแกรง 13.5-16.50 เมตร
- ขนาดรูตะแกรง 3/8 นิ้ว
- ความเร็วรอบ 7.50-10 RPM

สำหรับตะแกรงหมุนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2.3 เมตร ควรมีความเร็วของเส้นรอบวงประมาณ 55-60 เมตร/นาที

สำหรับตะแกรงหมุนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 2.3 เมตร ควรมีความเร็วของเส้นรอบวงประมาณ 60-67 เมตร/นาที

ส่วนเรือขุดแร่ขนาดเล็ก ได้มีการนำเอาตะแกรงหมุนแบบ อพอลโล  มีขนาดดังนี้

- เส้นผ่าศูนย์กลางด้านเข้า 1.54 เมตร
- เส้นผ้าศูนย์กลางด้านออก 2.24 เมตร
- ตะแกรงยาว 8.40 เมตร
- ความเร็วรอบ 11 รอบ/นาที

ลักษณะการทำงานของตะแกรงที่ดี ควรจะมีดังนี้

- ชั้นกรวดทรายและหินบนตะแกรงควรมีการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอ
- ท่อฉีดน้ำในตะแกรงควรฉีดให้ครอบคลุมบริเวณการเคลื่อนที่ของกรวดทรายบนตะแกรงทั้งหมด
- ไม่ควรมีน้ำไหลออกจากปลายตะแกรงหมุน

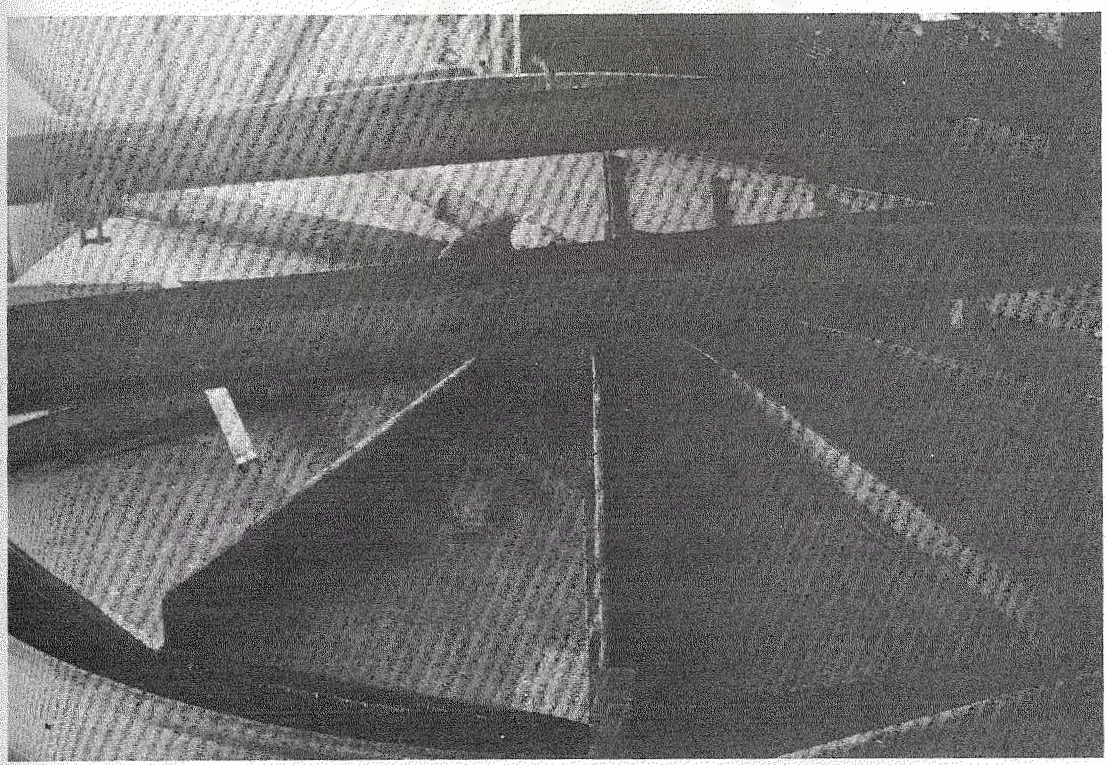
สาเหตุสำคัญที่อาจทำให้ตะแกรงหมุนทำงานได้ไม่เต็มที่

- ดินทรายมากเกินไป
- มีดินเหนียวและทรายอุดตันรูตะแกรง
- การไหลของกรวดทรายบนตะแกรงไม่สม่ำเสมอเนื่องจากถูกฉีดด้วยน้ำในตะแกรงที่แรงเกินไป
- ความเร็วรอบของตะแกรงไม่เหมาะสม

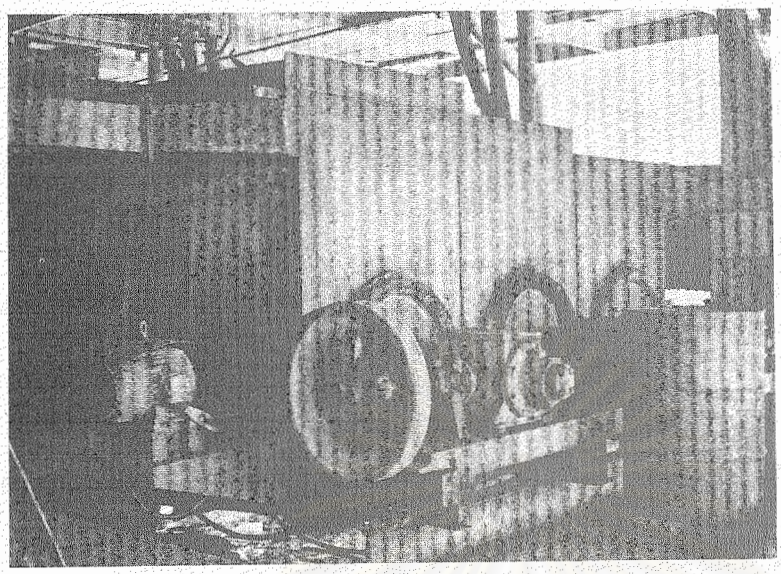
จิ๊กชุดที่ 1 (Primary Jig)

ที่นิยมใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ

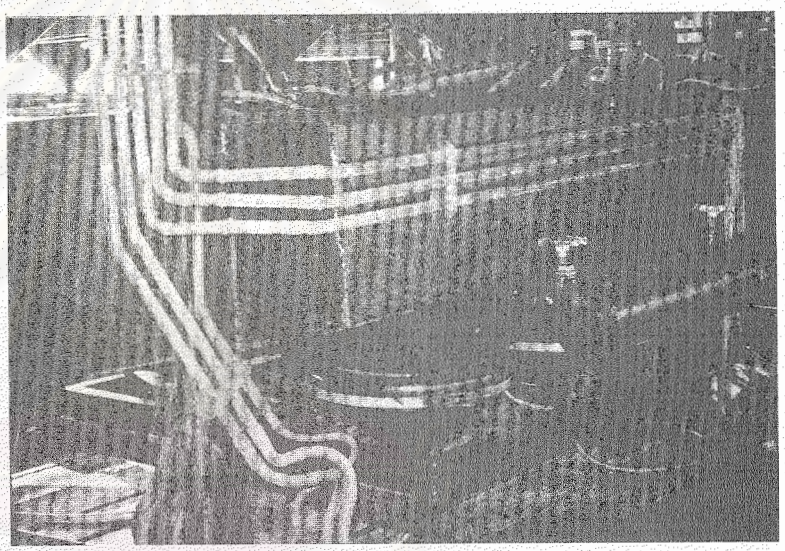
1. จิ๊กกลม (Circular Jig)
2. จิ๊กแบบ แพนอเมริกัน (Pan-American Jig)



รูปที่ 4-23 Circular Jig บนเรือวัฒนสิน 3



รูปที่ 4-24 Yuba Jig บนเรือบุญสูง 3



รูปที่ 4-25 Pan American Jig

Jig Type	Jig Surface/Feedrate (SQ.M/CU.M/HR)
Circular Jig	0.2-0.3
Yuba Jig	0.3-0.4
Pan-American Jig	0.2-0.5

ส่วนจิ๊กยูบานั้นเป็นจิ๊กที่ใช้กันมาในเรือขุดที่ต่อจากประเทศมาเลเซีย

จิ๊กกลมจะใช้กันมากสำหรับเรือขุดแร่ที่มีการขุดแร่และดินทรายมากและจิ๊กแบบแพนอเมริกันจะใช้กับเรือขุดแร่ขนาดเล็ก

การคำนวณขนาดพื้นที่ผิวของจิ๊กให้เหมาะสมกับอัตราการทำงานของเรือขุด สามารถใช้เกณฑ์

การปรับแต่งจิ๊กชุดที่ 1 เป็นตัวแปรสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพของจิ๊ก ถ้าปรับแต่งให้มี Concentration Ratio (ปริมาตรแร่ป้อน/ปริมาตรหัวแร่) สูง ซึ่งเป็นการเพิ่ม % ดีบุกในหัวแร่ให้มากขึ้น จะทำให้ Recovery ของจิ๊กต่ำลง โดยปกติ Concentration Ratio ที่ใช้อยู่ระหว่าง 7-9 และไม่ควรสูงเกินกว่า 10

การตั้งจิ๊กที่ใช้กันอยู่มีดังนี้

Circular Jig

Jig Stroke/Min = 60-90

Stroke Length = 3/4-1 นิ้ว

Jig Screen = 1/4 นิ้ว

Max Jig Ragging = 1 นิ้ว

Pan-American Jig

Jig Stroke/Min = 60-150

Stroke Length = 3/4-2 นิ้ว

4.6.4 จิ๊กชุดที่ 2 (Secondary Jig)

จิ๊กชุดที่ 2 ใช้เก็บหัวแร่จากจิ๊กชุดแรก และจิ๊กชุดนี้จะตั้งให้มีการสูญเสียแร่น้อยมาก กล่าวคือ Concentration Ratio ของ Secondary Jig อาจลดลงมาระหว่าง 4-6 โดยที่หางแร่ของจิ๊กชุดที่ 2 จะถูกส่งกลับไปจิ๊กชุดที่ 1 ใหม่

พื้นที่ผิวของจิ๊กชุดที่สอง จะขึ้นอยู่กับ Concentration Ratio ของจิ๊กชุดที่ 1 และส่วนการปรับจิ๊กชุดที่สองนี้จะให้ความเร็วของช่วงชัก (Stroke/min) มากขึ้น และช่วงชัก (Stroke length) สั้นลง

Circular Jig

Jig Stroke/Min = 80-100

Stroke Length = 1/2-5/8 นิ้ว

Yuba Jig

Jig Stroke/Min = 160-180

Stroke Length = 1/4-3/8 นิ้ว

Pan-American Jig

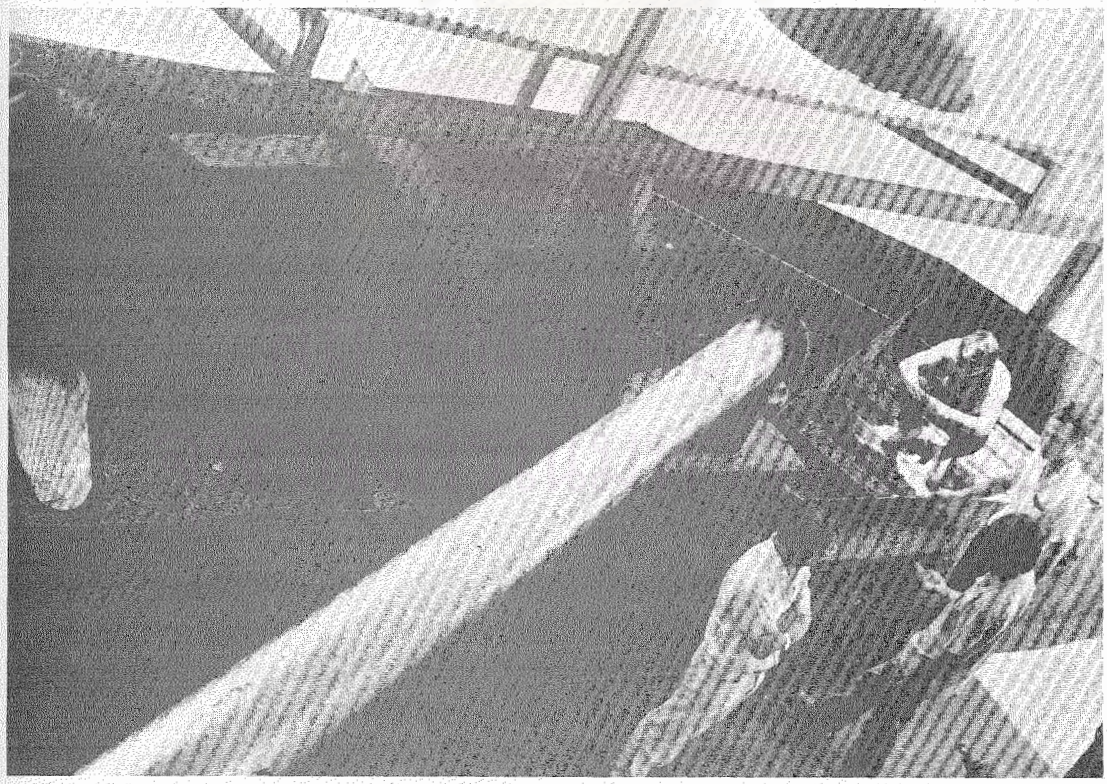
Jig Stroke/Min = 100-200

Stroke Length = 1/2-5/8 นิ้ว

4.6.5 รางทราย (Sand Chute)

รางทรายจะทำหน้าที่ระบายทรายออกจากเรือขุดทิ้งลงทะเล นอกจากนั้นยังมีราวชักนำและกระจายทราย และแร่ไปสู่จิ๊กตัวต่าง ๆ กัน ความลาดชันของรางซึ่งควรจะมากเพียงพอให้ทรายพัดพาไปกับน้ำได้โดยง่าย เรือขุดบางลำที่รางทรายมีความลาดเอียงน้อยมีแนวโน้มที่จะเกิดการตกตัวของทรายบริเวณตอนบนของรางทราย ซึ่งจะทำให้ชั้นทรายบนจิ๊กระบายออกได้ช้าและเกิด Overload

รางทรายควรมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:16



รูปที่ 4-26 Half-Circular Jig บนเรือ ASC 5

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

บทที่ 5
อุตสาหกรรมการทำเหมืองเรือขุดในทะเล

ในส่วนนี้ของรายงานเป็นการอธิบายลักษณะของอุตสาหกรรมทำเหมืองเรือขุด เพื่อให้เกิดภาพพจน์และความเชื่อมต่อของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยสังเขป

5.1 การทำเหมืองแร่เรือขุดในยุคแรกเริ่ม

นักธรณีวิทยาต่างเห็นพ้องต้องกันว่าแร่ดีบุกมีกำเนิดมาจากหินแกรนิต ซึ่งในประเทศไทยมีเทือกเขาหินแกรนิตซึ่งเป็นเทือกเขาต่อเนื่องลงมาจากเทือกเขาหิมาลัย ขยายตัวลงมาทางใต้เข้าไปในพม่า ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย และออสเตรเลียบางส่วน ซึ่งล้วนเป็นประเทศผู้ผลิตแร่ดีบุกทั้งสิ้น เฉพาะทางภาคใต้ของไทยหินแกรนิตได้มีการผุพังสลายตัวไปมาก เกิดการสะสมดีบุกในแหล่ง "ลานแร่" และชายฝั่งทะเลแกรนิตบางส่วนก็แผ่ขยายไปนอกชายฝั่งทะเล

การเริ่มต้นขุดหาดีบุกบริเวณชายฝั่งทะเลมีมาตั้งแต่ พ.ศ. 2450 โดยกัปตันเอ็ดวาร์ด ที ไมล์ บริษัท เรือขุดแร่ทุ่งคาร์ฮาร์เบอร์ จำกัด ได้นำเอาเรือขุดมาขุดในอ่าวทุ่งคา ซึ่งอยู่ทางมุมตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะภูเก็ต เรือขุดที่นำมาใช้นั้นต่อโดยบริษัท William Simons & Company Ltd. of Renfrew เป็นเรือขุดแบบ Bucket Dredge ขนาดบักเก็ต 7.25 ลบ.ฟุต ความเร็วบักเก็ต 11.5 ลูก/นาที ขุดได้ลึก 40 ฟุต ขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักรไอน้ำ ต่อมาได้มีการสั่งต่อเรือขุดหลายลำมาขุดแร่เพิ่มเติม รวมทั้งเรือขุดอ่าวขามลำ 2 และ ลำ 3 ของบริษัทอ่าวขามทิน จำกัด ซึ่งนำมาใช้ขุดแร่ในบริเวณเกาะสิเหร่ และเกาะตะเภาน้อย ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของเกาะภูเก็ตทั้งสิ้นเช่นกัน

อุตสาหกรรมเรือขุดแร่ได้มีการพัฒนาและเจริญเติบโตในเขตจังหวัดภูเก็ต และจังหวัดพังงา บริเวณอำเภอตะกั่วป่า โดยมีระยะเวลาทำงานของเรือขุดประมาณปีละ 6 เดือนซึ่งขึ้นกับคลื่นลมมรสุมซึ่งพัดในทิศทางตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม และในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ในระหว่างที่ทะเลได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมจะเกิดคลื่นสูงบางครั้งถึง 10 ฟุต ระดับน้ำในบริเวณที่มีการทำเหมืองเรือขุดแถบชายฝั่งทะเลลึกประมาณ 60-80 ฟุต ท้องทะเลปกคลุมด้วยดินเลนปนทรายประมาณ 3-5 ฟุต และมีชั้นกะสะซึ่งอุดมด้วยแร่ดีบุกหนาประมาณ 4-5 ฟุต ในบางแห่งหนาถึง 70 ฟุต

ในปี พ.ศ. 2517 ได้เกิดกรณีเพิกถอนประทานบัตรที่ออกให้กับบริษัทไทยแลนด์เอ็กพลอเรชั่นแอนด์มายนิ่ง จำกัด (เทมโก้) สืบเนื่องมาจากการบุกรุกของแพดูดแร่ของชาวบ้านเข้ามาดูดดำแร่ในเขตพื้นที่ประทานบัตร ภายหลังจากการเพิกถอนประทานบัตรก็เกิดการขยายตัวของการทำเหมือง โดยใช้แพดูดจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว บุกรุกเข้าไปทำเหมืองในเขตประทานบัตรเอกชน จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2518 ปีต่อมารัฐบาลจึงจัดตั้งองค์การเหมืองแร่ใน

ทะเลเป็นรัฐวิสาหกิจเข้าถือประทานบัตร ต่อจากบริษัท เทมโก้ และเข้าดำเนินการเกี่ยวกับการขุด จำหน่าย ซื้อแร่ เพื่อผลประโยชน์ของรัฐบาลจนกระทั่งปัจจุบัน

อย่างไรก็ตามนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมาก็ได้เกิดการพัฒนาและดัดแปลงเทคโนโลยีเพื่อการลงทุนทำเหมืองดีบุกนอกชายฝั่งทะเลให้เหมาะสมกับสภาพเงินลงทุน (ที่จำกัด) จากแพดูดแร่ เรือสูบแร่ มาเป็นเรือดัน และมาเป็นเรือขุดแบบ Suction Cutter ดัดแปลงจากเรือประเภทอื่น และเข้ารับจ้างขุดแร่ในเขตประทานบัตรของ อ.ม.ท. องค์การบริหารส่วนจังหวัดพังงา และผู้ถือสัมปทานขุดแร่อื่น ๆ ผู้ลงทุนบางคนก็ยื่นขอสัมปทานขุดแร่ดีบุกนอกชายฝั่งทะเลและดำเนินการทำเหมืองครบรูปแบบ

5.2 พื้นที่ทำเหมืองเรือขุดแร่ดีบุก

การทำเหมืองแร่ จะอยู่ภายใต้การดูแลของ สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ต สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดพังงา และสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดตะกั่วป่า และมีสำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 จังหวัดภูเก็ต ทำหน้าที่ทางด้านวิชาการคอยช่วยเหลือและพัฒนากิจการการทำเหมืองต่าง ๆ

ณ. ปี พ.ศ. 2529 มีผู้ขอประทานบัตรและครอบครองประทานบัตรทำเหมืองแร่ในทะเล ตามสถิติดังนี้

ในพื้นที่ของทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ต

- จำนวนประทานบัตรในทะเล 28 แปลง
- เนื้อที่ประทานบัตรในทะเล 61,256-3-48 ไร่
- จำนวนคำขอประทานบัตรในทะเลที่กำหนดเขตแล้ว 55 แปลง
- เนื้อที่คำขอประทานบัตรในทะเล ที่กำหนดเขตแล้ว 70,650-3-69 ไร่

ในพื้นที่ของทรัพยากรธรณีจังหวัดพังงา

- จำนวนประทานบัตรในทะเล 12 แปลง
- เนื้อที่ประทานบัตรในทะเล 57,109-0-25 ไร่
- จำนวนคำขอประทานบัตรในทะเล 19 แปลง
- เนื้อที่คำขอประทานบัตรในทะเล 69,490-1-95 ไร่

ในพื้นที่ของทรัพยากรธรณีจังหวัดตะกั่วป่า

- จำนวนประทานบัตรในทะเล 13 แปลง
- เนื้อที่ประทานบัตรในทะเล 57,906-0-67 ไร่
- จำนวนคำขอประทานบัตรในทะเลที่กำหนดเขตแล้ว 31 แปลง
- เนื้อที่คำขอประทานบัตรในทะเลที่กำหนดเขตแล้ว 171,572-2-09 ไร่

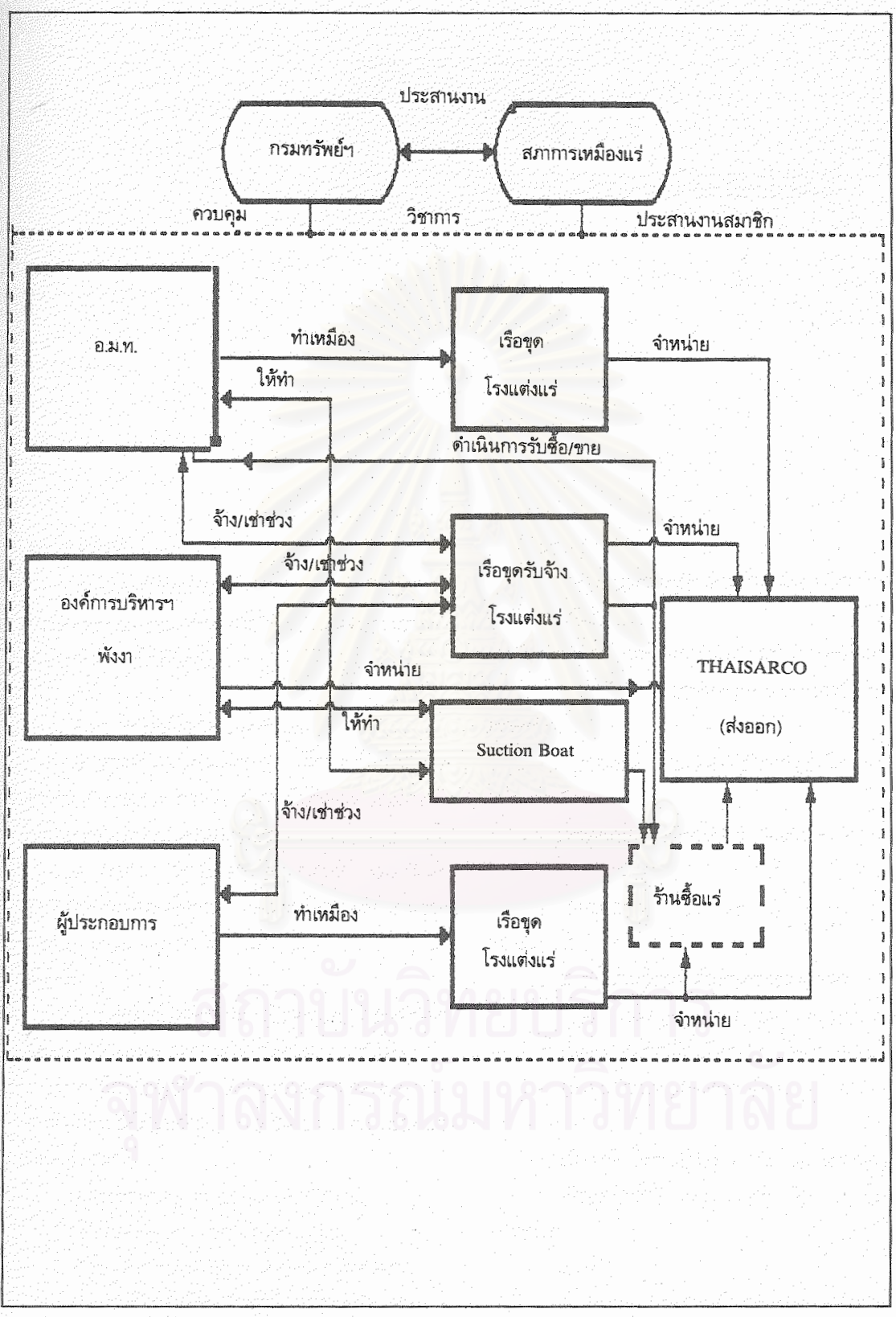
รวมพื้นที่ภูเก็ต-พังงา

- จำนวนประทานบัตรในทะเล 53 แปลง
- เนื้อที่ประทานบัตรในทะเล 176,272-0-40 ไร่
- จำนวนคำขอประทานบัตรในทะเลที่กำหนดเขตแล้ว 105 แปลง
- เนื้อที่คำขอประทานบัตรในทะเลที่กำหนดเขตแล้ว 311,713-3-73 ไร่

5.3 โครงสร้างของการทำเหมืองเรือขุดแร่ดีบุกในทะเล

เพื่อให้เห็นภาพพจน์ของอุตสาหกรรมทำเหมืองแร่เรือขุด จึงได้เสนอแผนผังแสดงความสัมพันธ์ขององค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ไว้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5-1 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ขององค์กรและหน่วยงานต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเหมืองแร่เรือขุด

บทที่ 6
สรุปและเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากการศึกษาและวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแร่ ดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถรวมสรุปได้ดังต่อไปนี้

6.1.1 รูปร่างลักษณะของเรือขุด

1. ขนาดของลำตัวเรือขุดแร่ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับ Capacity ของเรืออย่างเห็นได้ชัดเจน สามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบเรือขุดได้

2. กำลังม้าติดตั้งบนเรือขุดแบบ Bucket Dredge จะน้อยกว่าแรงม้าติดตั้งของเรือขุดแบบ Suctin Cutter ประมาณ 3 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดการขุดแร่ที่เท่ากัน

3. ที่ขนาดท่อดูดเท่ากัน เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter จะดูดแร่ได้ปริมาณมากกว่าเรือดัน

4. พื้นที่จิ๊กชุดที่ 1 สำหรับเรือขุดขนาดต่าง ๆ กัน สามารถคำนวณได้จากตัวแปร Jig Surface Area/Feed rate ซึ่งสำหรับ

Circular Jig = 0.2-0.3 ม^2/ลบ.ม/ชม.

Yuba Jig = 0.3-0.4 ม^2/ลบ.ม/ชม.

Pan-America Jig = 0.2-0.5 ม^2/ลบ.ม/ชม.

5. การเลือกพื้นที่ของจิ๊กชุดที่ 2 ขึ้นอยู่กับ Concentration Ratio ของจิ๊กชุดที่ 1

6.1.2 การทำงานของเรือขุด

1. เรือขุดส่วนใหญ่ขุดได้ประมาณ 70% ของขนาดการขุดดินทรายที่ออกแบบไว้

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการขุดดินทรายต่อแรงม้าของเครื่องยนต์บนเรือขุดพบการกระจายตัวของข้อมูลดังนี้

- เรือขุดแบบ Bucket Dredge = 8-160 ลบ.ม/แรงม้า
- เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter = 55-70 ลบ.ม/แรงม้า
- เรือขุดแบบ Suction Boat = 7-15 ลบ.ม/แรงม้า

6.1.3 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเรือขุด

1. เรือขุดส่วนใหญ่มีค่าแรง = 0.74-2.40 บาท/ลบ.ม
2. เรือขุดส่วนใหญ่มีค่าเชื้อเพลิง = 9-10 บาท/ลบ.ม
3. เรือขุดส่วนใหญ่มีค่าซ่อมบำรุง = 2.72-5.72 บาท/ลบ.ม
4. เรือขุดมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ = 0.01-3.62 บาท/ลบ.ม
5. เรือขุดมีค่าใช้จ่ายดำเนินการเฉลี่ย = 15-27 บาท/ลบ.ม

โดยที่

- เรือขุดแบบ Modified Suction Cutter = 10-16 บาท/ลบ.ม

- เรือดัน (Suction Boat) = 22-30 บาท/ลบ.ม

6.1.4 แนวทางการออกแบบเรือขุด

การพิจารณาการออกแบบหรือเลือกลงทุนเรือขุดมีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ขนาดของ Pantoon

2. ระบบเครื่องยนต์ต้นกำลัง และระบบส่งผ่านกำลังและแรงม้า ติดตั้งบนเรือขุด

3. การวางเครื่องจักรควรให้มีความสมดุลย์ของน้ำหนักและมีสมดุลย์ของโมเมนต์ และให้จุดศูนย์กลางต่ำที่สุด

4. ควรเลือกประเภทของเรือขุดให้เหมาะกับสภาพของแหล่งแร่และความลึกของน้ำ

5. ควรติดตั้งระบบควบคุมการขุดบนเรือ เพื่อตรวจสอบและบันทึกผลการทำงานอย่างต่อเนื่อง

6. ระบบลดแรงกระแทกของเรือขุด จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุด และลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการกระแทกของหัวขุดกับพื้นทะเล

7. การแต่งบนเรือขุด ควรจะพิจารณาเลือกขนาดของเครื่องจักรต่าง ๆ ให้เหมาะสม ที่สำคัญ

- ตะแกรงหมุน
- จำนวนของจิ๊กชุดที่ 1
- จำนวนของจิ๊กชุดที่ 2
- ความลาดชันของรางทราย

6.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาข้อมูลการทำงานของเรือขุดแบบต่าง ๆ กับส่งผลให้เกิดแนวทางเพื่อการพิจารณาออกแบบเรือขุดแร่ซึ่งเหมาะสมกับสภาพการทำงานในท้องถิ่น แนวโน้มของการออกแบบและสร้างเรือขุดในระยะหลังมีสาเหตุสำคัญมาจากการขาดข้อมูล ในการลงทุนในแหล่งแร่แต่ละแห่ง กล่าวคือ การประเมินคุณค่าของแหล่งแร่จะเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญถึงขนาดการลงทุนก่อสร้างเรือขุด ในหลายกรณีที่ผ่านมาได้มีการลงทุนสร้างเรือดันหรือเรือขุดดัดแปลง โดยไม่มีพื้นที่ทำเหมืองที่แน่นอน และอายุของการทำเหมืองที่นานเพียงพอต่อการลงทุน จึงเกิดการลงทุนและออกแบบเรือขุดในลักษณะทำให้เกิดความคล่องตัวและหลีกเลี่ยงเงินลงทุนจำนวนมาก และในที่สุดจะส่งผลให้เรือขุดที่ออกไปทำงานมีค่าใช้จ่ายดำเนินการที่สูงกว่าที่ควรเป็น

สำหรับเรือขุดแร่ขนาดเล็ก ปัญหาที่สำคัญคือการทำงานอย่างเป็นระบบ และขาดการจัดเก็บข้อมูล ขาดการตรวจตราประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดอย่างสม่ำเสมอ การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลในท่อดูด และเครื่องวัดความหนาแน่นของน้ำดินทรายจะช่วยให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและควบคุมได้ดีขึ้น

การศึกษาในรายละเอียดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเรือขุดแต่ละลำเป็นขั้นตอนที่สมควรจะทำต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

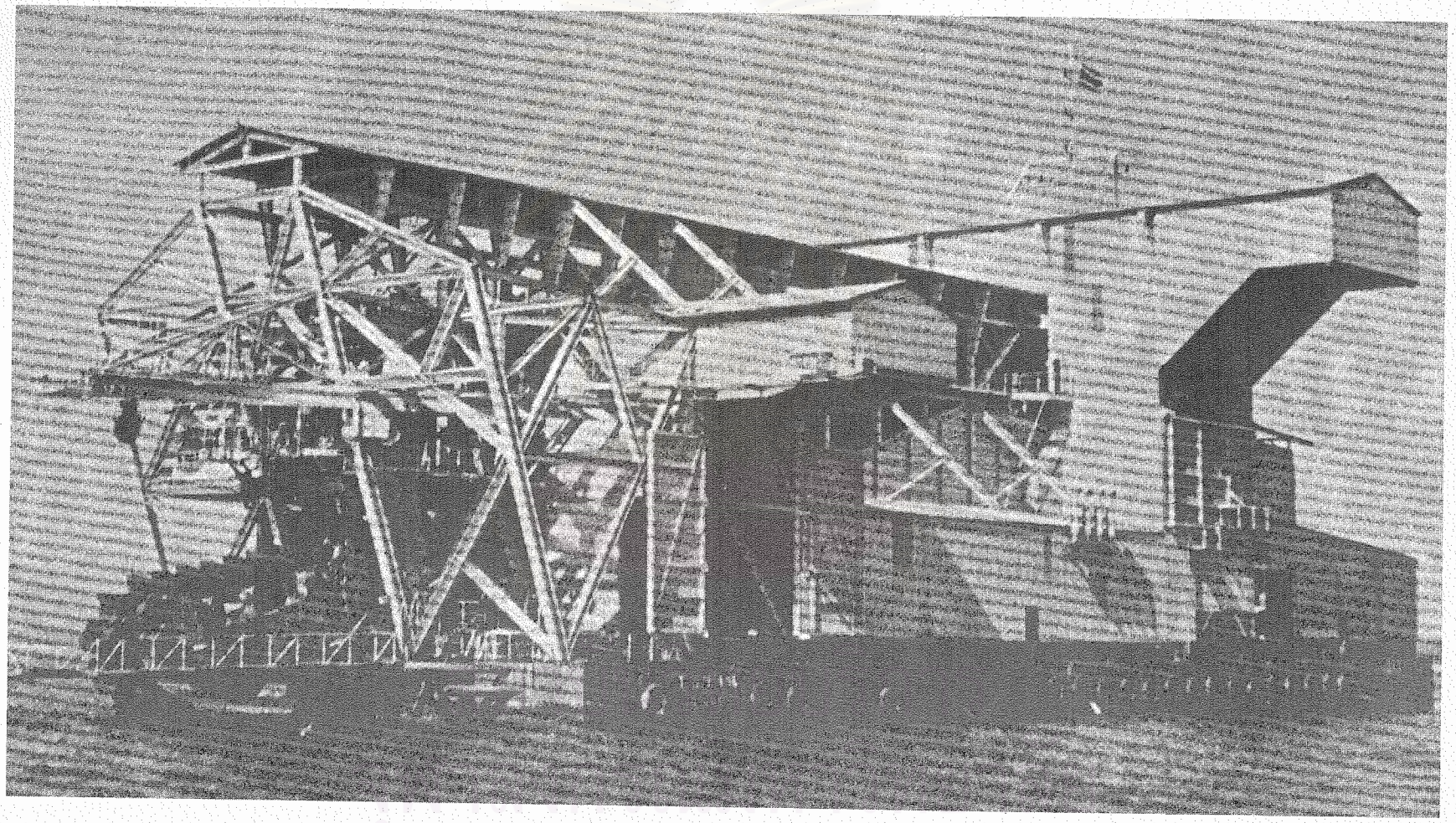
1. มจ.พิริยดิศ ดิสกุล, "ทรัพยากรแร่ในทะเล" เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ **กิจการเหมืองแร่**, งานประชาสัมพันธ์องค์การเหมืองแร่ในทะเล, 2524.
2. วินัย คู่อรุณ, วิศิษฏ์ หงอสกุล, พงษ์พันธ์ เพ็ชร์กุล, ธวัชชัย มัณฑยานนทร์, นรินทร์ อิทธิบูลวัฒน์, "เรือดัน", เอกสารวิชาการฝ่ายพัฒนาการเหมือง แร่และเหมืองหิน, กองการเหมืองแร่กรมทรัพยากรธรณี, 2524.
3. แผนที่แสดงจุดที่ตั้งประทานบัตรของสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดภูเก็ต พังงา และตะกั่วป่า, ฝ่ายแผนที่ กองรังวัด กรมทรัพยากรธรณี, มิถุนายน 2529.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลเรือขุดเร่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก.1

ข้อมูลเรือขุดแร่บ่อดาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM OFFSHORE MINING ORGANIZATION, CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	**BUCKET DREDGE**	
BREADTH(METER)	22.00	
LENGTH(METER)	69.00	
DEPTH(METER)	5.00	
TOTAL DISPLACEMENT(TON)	7,590.00	
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	4,554.00	
PRIME MOVER	**DIESEL-ELECTRIC & HYDRAULIC**	
GENERATOR(4 @600 HP,CAT,3 RUNNING)	2,400.00	
BUCKET DRIVE MOTOR(405 KW)	542.90	
LADDER HOIST MOTOR	400.00	
MOORING WINCH MOTOR	200.00	
SCREEN DRIVE MOTOR	235.00	
WATER PUMP (HI PRESS) MOTOR	294.91	
PRIMARY JIG MOTOR(6 @ 5 HP)	30.00	
SECONDARY JIG MOTOR	5.00	
WATER PUMP FOR CLEANING	20.11	
MIDDLING PUMP MOTOR	120.64	
HUTCH WATER PUMP#1	56.30	
HUTCH WATER PUMP#2	20.11	
FIRE PUMP	20.11	
BALLAST PUMP	20.11	
TOTAL OPERATING HP	**1,800.00**	
TOTAL INSTALLED HP	**2,400.00**	
EXCAVATION SECTION		
BUCKET CAPACITY(CU.FT)	16.00	
MAX BUCKET SPEED(BUCKET/MIN)	27.50	
NUMBER OF BUCKET ON BAND	122.00	
LADDER LENGTH(METER)	56.00	
BUCKET PIN DIAM(INCH)	7.48	
ANCHOR(3 TON EACH)	11.00	
WIRE LINE DIAM(mm.)	36.00	
HEAD LINE DIAM(mm.)	44.00	
MAX. DREDGING DEPTH(METER)	30.50	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/MO)	439,454.40	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	336,000.00	(@ 600 HRS, 27.5 BPM, 75 % FILL FACTOR)
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	732.42	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	560.00	
REVOLVING SCREEN		
SCREEN INSIDE DIAM(METER)	2.80	
SCREEN LENGTH(METER)	16.50	
SEIVE SIZE(INCH)	0.37	
SCREEN SPEED(RPM)	7.50	
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	20.00	
SPARGE PIPE NOZZLE DIAM(INCH)	0.75	

PRIMARY JIG

NUMBER OF MODULES(CIRCULAR)	3.00
JIG DIAM(FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (12 CELL/MODULE)	36.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	1,472.62
STROKE LENGTH(INCH)	1.00
STROKE/MIN	60-90
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	728.00
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	731.50
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FEET)	0.65
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.19
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	1.54

SECONDARY JIG

NUMBER OF MODULES(PARTIAL CIRCULAR)	1.00
JIG DIAM(FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (4 CELL/MODULE)	4.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	163.63
STROKE LENGTH(INCH)	0.59
STROKE/MIN	80-100
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	200.00
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	65.50
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.52
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.23
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.YD/HR)	1.96

TERTIARY JIG

NUMBER OF MODULES(PAN AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(42"*42"/CELL,SQ.FEET/CELL)	12.25
NUMBER OF CELL (2 CELL/MODULE)	4.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	49.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.39
STROKE/MIN	100-120
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	72.00
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	6.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.16
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.76
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	6.25

DREDGE PERSONNEL

SHIFT WORK

WINCH1,2	2
JIG OPERATORS	5
MECHANICS	3
ELECTRICIAN	1
SECURITY	0
MEDIC	1
SHIFT FOREMAN	1
TOTAL SHIFT WORK	13
OFFICE	NA
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	9,360.00

FLEET ASSISTING DREDGE OPERATION

KATA	AS ANCHOR BOAT
KATOO	AS SUPPLIES BOAT
NATAI	AS TUGBOAT
KARON	TO BE KEPT AS SPARE ANCHOR/SUPPLIES BOAT
CHATCHAI	TO BE KEPT AS SPARE CREWBOAT ON ROUGH WEATHER OR ROUGH SEA
ANDAMAN	AS CREWBOAT/DRILLING BOAT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

THEORETICAL CAPACITY = 560 CU.M/HR, TARGET VOLUME = 336,000 CU.M/MO

MONTH/YEAR	HOURS	CU.M	CU.M/HR	CU.YD/HR
OCT 85	115.17	45,175.68	392.25	513.03
NOV 85	499.20	237,406.40	475.57	622.00
DEC 85	561.28	267,102.00	475.88	622.40
JAN 86	584.59	289,471.60	495.17	647.63
FEB 86	568.00	228,132.00	401.64	525.31
MAR 86	122.25	8,398.00	68.70	89.85
APR 86	590.27	156,058.00	264.38	345.79
MAY 86	132.35	47,313.31	357.49	467.56
JUN 86				
JUL 86				
AUG 86				
SEP 86				
ACCUM 86	3,173.11	1279057		
AVG 86	396.64	159,882.12	366.39	479.20

DREDGE EXPENSE (1986 CUMMULATIVE EXPENSE FROM DREDGING DEPARTMENT)

MONTH/YEAR	PERSONNEL	FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
OCT 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAY 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA	NA	NA
ACCUM 86	11444273	8703129	9517634	3606586	33271622
AVG 8	953689	725261	793136	300549	2772635

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/HP	CU.YD/HR/HP	CU.YD/MAN-HR
OCT 85	59,085.27	115.17	513.03	32.83	0.29	6.31
NOV 85	310,503.83	499.20	622.00	172.50	0.35	33.17
DEC 85	349,342.71	561.28	622.40	194.08	0.35	37.32
JAN 86	378,599.91	584.59	647.63	210.33	0.36	40.45
FEB 86	298,373.84	568.00	525.31	165.76	0.29	31.88
MAR 86	10,983.74	122.25	89.85	6.10	0.05	1.17
APR 86	204,108.26	590.27	345.79	113.39	0.19	21.81
MAY 86	61,881.08	132.35	467.56	34.38	0.26	6.61
JUN 86						
JUL 86						
AUG 86						
SEP 86						
AVG 86	209,109.83	396.64	479.20	116.17	0.27	22.34

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/HP	CU.M/HR/HP	CU.M/MAN-HR
OCT 85	45,175.68	115.17	392.25	25.10	0.22	4.83
NOV 85	237,406.40	499.20	475.57	131.89	0.26	25.36
DEC 85	267,102.00	561.28	475.88	148.39	0.26	28.54
JAN 86	289,471.60	584.59	495.17	160.82	0.28	30.93
FEB 86	228,132.00	568.00	401.64	126.74	0.22	24.37
MAR 86	8,398.00	122.25	68.70	4.67	0.04	0.90
APR 86	156,058.00	590.27	264.38	86.70	0.15	16.67
MAY 86	47,313.31	132.35	357.49	26.29	0.20	5.05
JUN 86						
JUL 86						
AUG 86						
SEP 86						
AVG 86	159,882.12	396.64	366.39	88.82	0.20	17.08

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD	FUEL(BAHT)/CU.YD	REPAIR/ CU.YD	OTHERS/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
OCT 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAY 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA	NA	NA
MONTH AVG	4.56	3.47	3.79	1.44	13.26
ANNUAL AVG	6.84	5.20	5.69	2.16	19.89

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
OCT 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAY 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA	NA	NA
MONTH AVG	5.96	4.54	4.96	1.88	17.34
ANNUAL AVG 86	8.95	6.80	7.44	2.82	26.01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.2

ข้อมูลเรือขุดแร่บุญสูง 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BOONS 2

REMARK: DREDGE DATA FROM BOONSOONG DREDGING CO. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGUTRATIONS

TYPE OF DREDGE	BUCKET DREDGE	
BREADTH(FEET)	60.00	
LENGTH(FEET)	150.00	
DEPTH(FEET)	10.00	
TOTAL DISPLACEMENT(TON)	2,548.53	
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	1,529.12	
PRIME MOVER	**DIESEL-ELECTRIC**	
GENERATOR(3@300 KVA,450 HP EACH,2 RUNNING)	1,350.00	
BUCKET DRIVE MOTOR	250.00	
LADDER HOIST MOTOR	85.00	
MOORING WINCH MOTOR	35.00	
SCREEN DRIVE MOTOR	50.00	
WATER PUMP (HIGH PRESSURE) MOTOR	175.00	
WATER PUMP (LOW PRESSURE) MOTOR	175.00	
PRIMARY JIG MOTOR(4 @ 5 HP,2 @ 10 HP)	40.00	
SECONDARY JIG MOTOR	5.00	
WATER PUMP FOR CLEANING	25.00	
SAND PUMP MOTOR(2@ 15 HP)	30.00	
TOTAL DREDGE MOTOR HP	**870.00**	
TOTAL OPERATING HP	**900.00**	
TOTAL INSTALLED HP	**1,350.00**	
EXCAVATION SECTION		
BUCKET CAPACITY(CU.FT)	8.00	
BUCKET SPEED(BUCKET/MIN)	24.00	(INCREASE FROM 22 TO 24 BPM IN OCT 86)
NUMBER OF BUCKET ON BAND	86.00	
LADDER LENGTH(FEET)	100.00	
BUCKET PIN DIAM(INCH)	5.00	
ANCHOR(5.5 TON EACH)	NA	
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA	
MAX. DREDGING DEPTH(FEET)	50.00	
MAX. ANGLE(DEGREE)	45.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/MO)	192,000.00	(@ 24 BPM, 600 HRS, .75 FILL FACTOR)
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	146,800.21	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	320.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	244.67	
REVOLVING SCREEN		
SCREEN DIAM(FEET)	NA	
SCREEN LENGTH(FEET)	NA	
SEIVE SIZE(INCH)	NA	
SCREEN SPEED(RPM)	NA	
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	NA	
SPARGE PIPE NOZZLE	NA	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRIMARY JIG

NUMBER OF MODULES(YUBA)	20.00
JIG SIZE(4*4 FEET/CELL,SQ.FEET/CELL)	16.00
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	60.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	960.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.37
STROKE/MIN	150.00
MAKE UP WATER(GPM/HUTCH)	120.00
THEORETICAL JIG CAPACITY(15 CU.YD/HR/MOD)	15.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	300.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FEET)	0.31
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.20
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.39

SECONDARY JIG

NUMBER OF MODULES(YUBA)	2.00
JIG SIZE(4*4 FEET/CELL,SQ.FEET/CELL)	16.00
NUMBER OF CELL (4 CELL/MODULE)	8.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	128.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.31
STROKE/MIN	160.00
MAKE UP WATER(GPM/HUTCH)	120.00
THEORETICAL JIG CAPACITY(20 CU.YD/HR/MOD)	20.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	40.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FEET)	0.31
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.20
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.39

DREDGE PERSONNEL

SHIFT WORK

WINCH1,2,SPARE	3
JIG FOREMAN	1
MECHANICS	2
ELECTRICIAN	1
OILER	1
LABOUR	4
DREDGE MASTER	1
CLERK	1
TOTAL SHIFT WORK	**14**
OFFICE	**NA**
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	**10,080.00**

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DESIGNED CAPACITY = 320 CU.YD/HR, TARGET VOLUME = 192,000 CU.YD/MO

MONTH/YEAR		HOURS	CU.YD	CU.YD/HR	CU.M/HR
JAN 86	RUN @ 22 BPM	638.15	185,022.00	289.93	221.66
FEB 86	RUN @ 22 BPM	560.10	121,248.00	216.48	165.50
MAR 86	RUN @ 22 BPM	665.00	126,420.00	190.11	145.34
APR 86	RUN @ 22 BPM	194.15	36,879.00	189.95	145.22
MAY 86	RUN @ 22 BPM	128.10	31,266.00	244.07	186.60
JUN 86	STOP FOR MODIFICATION				
JUL 86	STOP FOR MODIFICATION				
AUG 86	STOP FOR MODIFICATION				
SEP 86	STOP FOR MODIFICATION				
OCT 86	RUN @ 24 BPM	433.50	146,477.00	337.89	258.32
NOV 86	RUN @ 24 BPM	358.40	17,218.00	48.04	36.73
DEC 86	RUN @ 24 BPM	654.50	150,516.00	229.97	175.81
AVG 86		453.99	101,880.75	218.31	166.89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE EXPENSE

MONTH/YEAR	ESTM PERSONNEL	ESTM FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
JAN 86	96340	455169	NA	NA	NA
FEB 86	96340	392256	NA	NA	NA
MAR 86	96340	470037	NA	NA	NA
APR 86	96340	457181	NA	NA	NA
MAY 86	96340	214082	NA	NA	NA
JUN 86			NA	NA	NA
JUL 86			NA	NA	NA
AUG 86			NA	NA	NA
SEP 86			NA	NA	NA
OCT 86	96340	349475	NA	NA	NA
NOV 86	96340	341439	NA	NA	NA
DEC 86	96340	492692	NA	NA	NA
AVG 86	96340	396541	NA	NA	NA

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
JAN 86	185,022.00	638.15	289.93	205.58	18.36
FEB 86	121,248.00	560.10	216.48	134.72	12.03
MAR 86	126,420.00	665.00	190.11	140.47	12.54
APR 86	36,879.00	194.15	189.95	40.98	3.66
MAY 86	31,266.00	128.10	244.07	34.74	3.10
JUN 86					
JUL 86					
AUG 86					
SEP 86					
OCT 86	146,477.00	433.50	337.89	162.75	14.53
NOV 86	17,218.00	358.40	48.04	19.13	1.71
DEC 86	150,516.00	654.50	229.97	167.24	14.93
AVG	101,880.75	453.99	218.31	113.20	10.11

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
JAN 86	141,464.94	638.15	221.68	157.18	14.03
FEB 86	92,704.34	560.10	165.51	103.00	9.20
MAR 86	96,658.77	665.00	145.35	107.40	9.59
APR 86	28,197.11	194.15	145.23	31.33	2.80
MAY 86	23,905.50	128.10	186.62	26.56	2.37
JUN 86					
JUL 86					
AUG 86					
SEP 86					
OCT 86	111,994.04	433.50	258.35	124.44	11.11
NOV 86	13,164.62	358.40	36.73	14.63	1.31
DEC 86	115,082.19	654.50	175.83	127.87	11.42
AVG 86	77,896.44	453.99	166.91	86.55	7.73

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD	FUEL(BAHT)/CU.YD	REPAIR/ CU.YD	OTHERS/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
JAN 86	0.52	2.46	NA	NA	NA
FEB 86	0.79	3.24	NA	NA	NA
MAR 86	0.76	3.72	NA	NA	NA
APR 86	2.61	12.40	NA	NA	NA
MAY 86	3.08	6.85	NA	NA	NA
JUN 86			NA	NA	NA
JUL 86			NA	NA	NA
AUG 86			NA	NA	NA
SEP 86			NA	NA	NA
OCT 86	0.66	2.39	NA	NA	NA
NOV 86	5.60	19.83	NA	NA	NA
DEC 86	0.64	3.27	NA	NA	NA
AVG	1.83	6.77	NA	NA	NA

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
JAN 86	0.68	3.22	NA	NA	NA
FEB 86	1.04	4.23	NA	NA	NA
MAR 86	1.00	4.86	NA	NA	NA
APR 86	3.42	16.21	NA	NA	NA
MAY 86	4.03	8.96	NA	NA	NA
JUN 86			NA	NA	NA
JUL 86			NA	NA	NA
AUG 86			NA	NA	NA
SEP 86			NA	NA	NA
OCT 86	0.86	3.12	NA	NA	NA
NOV 86	7.32	25.94	NA	NA	NA
DEC 86	0.84	4.28	NA	NA	NA
AVG 86	2.40	8.85	NA	NA	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.3

ข้อมูลเรือขุดแร่บุญสูง 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BOONS 3

REMARK: DREDGE DATA FROM BOONSOONG DREDGING CO. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS
4) YARDAGE
5) OPERATING COST
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	BUCKET DREDGE
BREADTH(FEET)	50.00
JURY PONTOON + BREADTH(FEET)	66.00
LENGTH(FEET)	168.00
DEPTH(FEET)	9.50
TOTAL DISPLACEMENT(TON)	2,259.70
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	1,665.04
PRIME MOVER	**DIESEL-ELECTRIC**
GENERATOR(4@150 KW,223 HP EACH,3 RUNNING)	892.00
GENERATOR(2@200 KW,294 EACH,1 RUNNING)	588.00
BUCKET DRIVE MOTOR	200.00
LADDER HOIST MOTOR	75.00
MOORING WINCH MOTOR	
SCREEN DRIVE MOTOR	50.00
WATER PUMP (HI/LOW) MOTOR	250.00
PRIMARY JIG MOTOR(6 @ 5 HP)	30.00
SECONDARY JIG MOTOR	5.00
WATER PUMP FOR CLEANING	30.00
SAND PUMP MOTOR(2@ 15 HP)	30.00
TOTAL DREDGE MOTOR HP	**670.00**
TOTAL OPERATING HP	**964.00**
TOTAL INSTALLED HP	**1,480.00**
EXCAVATION SECTION	
BUCKET CAPACITY(CU.FT)	9.00
BUCKET SPEED(BUCKET/MIN)	24.00
NUMBER OF BUCKET ON BAND	101.00
LADDER LENGTH(METRE)	40.00
BUCKET PIN DIAM(INCH)	5.50
ANCHOR(5.5 TON EACH)	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
LADDER LENGTH(FEET)	121.00
MAX. DREDGING DEPTH(FEET)	65.00
MAX. ANGLE(DEGREE)	50.00
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/MO)	216,000.00
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	165,150.24
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	360.00
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	275.25
REVOLVING SCREEN	
SCREEN DIAM(FEET)	NA
SCREEN LENGTH(FEET)	NA
SEIVE SIZE(INCH)	NA
SCREEN SPEED(RPM)	NA
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	NA
SPARGE PIPE NOZZLE	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRIMARY JIG

NUMBER OF MODULES(YUBA)	20.00
JIG SIZE(4*4 FEET/CELL,SQ.FEET/CELL)	16.00
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	60.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	960.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.37
STROKE/MIN	150.00
MAKE UP WATER(GPM/HUTCH)	120.00
THEORETICAL JIG CAPACITY(15 CU.YD/HR/MOD)	15.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	360.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FEET)	0.37
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.67
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.32

SECONDARY JIG

NUMBER OF MODULES(YUBA)	2.00
JIG SIZE(4*4 FEET/CELL,SQ.FEET/CELL)	16.00
NUMBER OF CELL (4 CELL/MODULE)	8.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	128.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.31
STROKE/MIN	160.00
MAKE UP WATER(GPM/HUTCH)	120.00
THEORETICAL JIG CAPACITY(20 CU.YD/HR/MOD)	20.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	40.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FEET)	0.31
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.20
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.39

DREDGE PERSONNEL

SHIFT WORK	
WINCH1,2,SPARE	3
JIG FOREMAN	1
MECHANICS	2
ELECTRICIAN	1
OILER	1
LABOUR	4
DREDGE MASTER	1
CLERK	1
TOTAL SHIFT WORK	14
OFFICE	NA
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	10,080.00

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DESIGNED CAPACITY = 360 CU.YD/HR, TARGET VOLUME = 216,000 CU.YD/MO

MONTH/YEAR	HOURS	CU.YD	CU.YD/HR	CU.M/HR
JAN 86	670.50	171,437.00	255.69	195.47
FEB 86	593.00	167,217.00	281.98	215.58
MAR 86	671.40	232,814.00	346.76	265.10
APR 86	229.40	69,516.00	303.03	231.67
MAY 86	679.10	270,925.00	398.95	305.00
JUN 86	604.55	241,395.00	399.30	305.26
JUL 86	676.20	280,716.00	415.14	317.37
AUG 86	505.45	237,696.00	470.27	359.52
SEP 86	613.20	294,438.00	480.17	367.09
OCT 86	580.05	247,500.00	426.69	326.20
NOV 86	551.10	90,475.00	164.17	125.51
DEC 86	640.30	174,105.00	271.91	207.88
AVG 86	584.52	206,519.50	351.17	268.47

DREDGE EXPENSE

MONTH/YEAR	ESTM PERSONNEL	ESTM FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
JAN 86	96340	605498	NA	NA	NA
FEB 86	96340	545052	NA	NA	NA
MAR 86	96340	611025	NA	NA	NA
APR 86	96340	530394	NA	NA	NA
MAY 86	96340	598562	NA	NA	NA
JUN 86	96340	556978	NA	NA	NA
JUL 86	96340	607750	NA	NA	NA
AUG 86	96340	505055	NA	NA	NA
SEP 86	96340	575818	NA	NA	NA
OCT 86	96340	576261	NA	NA	NA
NOV 86	96340	515472	NA	NA	NA
DEC 86	96340	567975	NA	NA	NA
AVG 86	96340	566320	NA	NA	NA
% OF TOTAL	NA	NA	NA	NA	NA

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
JAN 86	171,437.00	670.50	255.69	177.84	17.01
FEB 86	167,217.00	593.00	281.98	173.46	16.59
MAR 86	232,814.00	671.40	346.76	241.51	23.10
APR 86	69,516.00	229.40	303.03	72.11	6.90
MAY 86	270,925.00	679.10	398.95	281.04	26.88
JUN 86	241,395.00	604.55	399.30	250.41	23.95
JUL 86	280,716.00	676.20	415.14	291.20	27.85
AUG 86	237,696.00	505.45	470.27	246.57	23.58
SEP 86	294,438.00	613.20	480.17	305.43	29.21
OCT 86	247,500.00	580.05	426.69	256.74	24.55
NOV 86	90,475.00	551.10	164.17	93.85	8.98
DEC 86	174,105.00	640.30	271.91	180.61	17.27
AVG 86	206,519.50	584.52	351.17	214.23	20.49

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
JAN 86	131,078.06	670.50	195.49	135.97	13.00
FEB 86	127,851.52	593.00	215.60	132.63	12.68
MAR 86	178,005.96	671.40	265.13	184.65	17.66
APR 86	53,150.85	229.40	231.70	55.14	5.27
MAY 86	207,145.04	679.10	305.03	214.88	20.55
JUN 86	184,566.86	604.55	305.30	191.46	18.31
JUL 86	214,631.09	676.20	317.41	222.65	21.29
AUG 86	181,738.67	505.45	359.56	188.53	18.03
SEP 86	225,122.72	613.20	367.13	233.53	22.33
OCT 86	189,234.65	580.05	326.24	196.30	18.77
NOV 86	69,175.78	551.10	125.52	71.76	6.86
DEC 86	133,117.98	640.30	207.90	138.09	13.21
AVG 86	157,901.60	584.52	268.50	163.80	15.66

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD	FUEL(BAHT)/CU.YD	REPAIR/ CU.YD	OTHERS/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
JAN 86	0.56	3.53	NA	NA	NA
FEB 86	0.58	3.26	NA	NA	NA
MAR 86	0.41	2.62	NA	NA	NA
APR 86	1.39	7.63	NA	NA	NA
MAY 86	0.36	2.21	NA	NA	NA
JUN 86	0.40	2.31	NA	NA	NA
JUL 86	0.34	2.16	NA	NA	NA
AUG 86	0.41	2.12	NA	NA	NA
SEP 86	0.33	1.96	NA	NA	NA
OCT 86	0.39	2.33	NA	NA	NA
NOV 86	1.06	5.70	NA	NA	NA
DEC 86	0.55	3.26	NA	NA	NA
AVG	0.56	3.26	NA	NA	NA

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
JAN 86	0.73	4.62	NA	NA	NA
FEB 86	0.75	4.26	NA	NA	NA
MAR 86	0.54	3.43	NA	NA	NA
APR 86	1.81	9.98	NA	NA	NA
MAY 86	0.47	2.89	NA	NA	NA
JUN 86	0.52	3.02	NA	NA	NA
JUL 86	0.45	2.83	NA	NA	NA
AUG 86	0.53	2.78	NA	NA	NA
SEP 86	0.43	2.56	NA	NA	NA
OCT 86	0.51	3.05	NA	NA	NA
NOV 86	1.39	7.45	NA	NA	NA
DEC 86	0.72	4.27	NA	NA	NA
AVG	0.74	4.26	NA	NA	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.4

ข้อมูลเรือขุดแร่วัฒนสิน 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WATANASIN 3

REMARK: DREDGE DATA FROM THAIWATANA DREDGING CO. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS
4) YARDAGE
5) OPERATING COST
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-CUTTER	
WIDTH(METRES)	22.00	
LENGTH(METRES)	131.00	
DEPTH(METRES)	4.50	
TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	8,000.00	
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	4,000.00	
PRIME MOVER		
GENERATOR(OPERATING=2,STANBY=1),KVA,EACH	1,000.00	
AUX GENERATOR (350+500 KVA)	850.00	(STANBY=1)
MAIN SUCTION PUMP ENGINE(@250 RPM,HP)	1,560.00	(STANBY ANOTHER 1560 HP)
SWING WINCH ENGINE	375.00	
CUTTER MOTOR(2@300HP,12-18 RPM)	600.00	
LADDER MOTOR(AC MOTOR)	100.00	
X-MAS TREE WINCH MOTOR(HP)	100.00	
TAILING WINCH MOTOR(HP)	125.00	
SCREEN DRIVE MOTOR(2@75 HP)	150.00	
PRIMARY JIG DRIVE MOTOR(6@15HP)	90.00	
PRIMARY JIG FEED WATER PUMP(2@125HP)	250.00	
SECONDARY JIG DRIVE MOTOR(2@12HP)	24.00	
SECONDARY JIG HUTCH WATER PUMP(100+60HP)	160.00	
TERTIARY JIG DRIVE MOTOR(4@3HP)	12.00	
TERTIARY JIG HUTCH WATER PUMP(1@60HP)	60.00	
CONCENTRATE PUMP(1@15HP)	15.00	
MIDDLING PUMP(1@120HP)	120.00	
SPARGE PIPE PUMP(2@300HP,ONLY USE ONE)	300.00	
ENGINE COLLING PUMPS(HP)	140.00	
AIR COMPRESSOR(SUM OF 3 =60HP)	60.00	
GENERAL USE(HP)	60.00	
FLUSHING PUMP	30.00	
BLOWER	60.00	
TOTAL DREDGE OPERATING HP	**4,391.00**	
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	**8,280.86**	
EXCAVATION SECTION		
CUTTER DIAMETER(METRE)	2.50	
CUTTER SPEED(MAX RPM)	18.00	
MAX CUTTING DEPTH(METRE@ 45 DEG)	27.00	
LADDER LENGTH(METRE)	40.00	
SUCTION PIPE DIAM(INCH,45 M LENGTH)	36.00	
ANCHOR(5.5 TON EACH)	5.00	
WIRE LINE DIAM(mm.)	48.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	650.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	390,000.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/MO)	510,081.00	
REVOLVING SCREEN		
SCREEN DIAM(METRES)	3.00	
SCREEN LENGTH(METRES)	15.00	
SEIVE SIZE(INCH)	0.75	
SCREEN SPEED(RPM)	10.00	
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	14.00	
SPARGE PIPE NOZZLE(7@1.5 IN, DIAM)	1.50	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRIMARY JIG		
NUMBER OF MODULES(CIRCULAR IHC)	6.00	
JIG DIAM(METRES)	6.00	
NUMBER OF CELL (12 CELL/MODULE)	72.00	
JIG SURFACE(SQ.METRE)	169.65	
STROKE LENGTH(mm)	19.00	
STROKE/MIN	80.00	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	2,600.00	
SOLID FEED RATE(CU.M/HR/MODULE)	250.00	
CAPACITY(CU.M/HR)	1,500.00	
JIG RAGGING(MAX,INCH)	1.00	
JIG SCREEN(INCH)	0.25	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	3.84	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.47	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.26	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.13	
SECONDARY JIG		
NUMBER OF MODULES(HALF CIRCULAR IHC)	2.00	
JIG DIAM(METRES)	6.00	
NUMBER OF CELL (6 CELL/MODULE)	12.00	
JIG SURFACE(SQ.METRE)	28.27	
STROKE LENGTH(mm)	16.00	
STROKE/MIN	110.00	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	1,000.00	
SOLID FEED RATE(CU.M/HR/MODULE)	125.00	
CAPACITY(CU.M/HR)	250.00	
JIG RAGGING(MAX,INCH)	0.75	
JIG SCREEN(INCH)	0.25	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	2.87	ASSUMMED CONCENTRATION RATIO = 8
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.35	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)0.35		
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.86	
TERTIARY JIG		
NUMBER OF MODULES(RECTANGULAR)	2.00	
JIG SIZE		
NUMBER OF CELL (4 CELL/MODULE)	8.00	
JIG SURFACE(SQ.METRE)		
STROKE LENGTH(mm)	12.00	
STROKE/MIN	120.00	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	400.00	
SOLID FEED RATE(CU.M/HR/MODULE)		
CAPACITY(CU.M/HR)		
JIG RAGGING(MAX,INCH)	1.00	
JIG SCREEN(INCH)	0.25	
FLEET ASSISTING DREDGE OPERATION		
TUG BAOT (WATANASIN 5, 2 ENG @ 1200HP)	2,400.00	
SUPPLIES BOAT(WATANASIN 6),HP	350.00	
CREW BOATS(WATANASIN 8,9, 250+570 HP)	820.00	
ANCHOR BOAT (WATANASIN 7),HP	75.00	
TOTAL ASSISTING BOAT HP	3,645.00	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE PERSONNEL(WATANASIN 3)

#1 SHIFT(EQV 12-HOUR/SHIFT)	21.00
#2 SHIFT	21.00
#3 SHIFT	21.00
DAY SHIFT	17.00
TOTAL DREDGE PERSONNEL	80.00
(TOTAL MAN-HOUR/MONTH)	19,200.00

OTHER ASSISTING DREDGE OPERATIONS

WATANASIN 2	2.00
WATANASIN 5	9.00
WATANASIN 6	6.00
WATANASIN 8	2.00
WATANASIN 9	9.00
OFFICE	16.00
TOTAL ASSISTING DREDGE PERSONNEL	44.00
(TOTAL MAN-HOUR/MONTH)	10,560.00
(TOTAL COMPANY MAN-HOUR/MONTH)	29,760.00

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

THEORETICAL CAPACITY = 950 CU.M/HR

MONTH/YEAR	HOURS	VOLUME	CU.M/HR
MAY 86			
JUN 86			
JUL 86			
AUG 86			
SEP 86			
OCT 86			
NOV 86	229.55	134,400.00	585.49
DEC 86	654.58	403,384.00	616.25
JAN 87	654.58	341,826.00	522.21
FEB 87	576.15	323,276.00	561.10
MAR 87	660.55	359,040.00	543.55
APR 87			
AVG	555.08	312,385.20	565.72

COMPANY EXPENSE

MONTH/YEAR	PERSONNEL	FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
MAY 86	644329	145255	315972	271435	1376990
JUN 86	525321	148849	175909	424321	1274400
JUL 86	524438	139234	158488	228309	1050470
AUG 86	514281	19035	2661	108269	644246
SEP 86	536703	41172	4747	181748	764370
OCT 86	785089	36013	258873	150703	1230678
NOV 86	502592	1090896	232674	158284	1984445
DEC 86	564231	2288462	214183	564046	3630921
JAN 87	565755	2325517	176250	429983	3497505
FEB 87	575268	2091845	208903	414116	3290132
MAR 87					
APR 87					
AVERAGE	573801	832628	174866	293121	1874416
% OF TOTAL	30.61	44.42	9.33	15.64	100.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/ OPER HP	CU.M/TOTAL OPER HP	CU.M/ MAN-HR DREDGE	CU.M/MAN-HR TOTAL
MAY 86							
JUN 86							
JUL 86							
AUG 86							
SEP 86							
OCT 86							
NOV 86	134400	229.55	585.49	30.61	16.72	7.00	4.52
DEC 86	403384	654.58	616.25	91.87	50.20	21.01	13.55
JAN 87	341826	654.58	522.21	77.85	42.54	17.80	11.49
FEB 87	323276	576.15	561.10	73.62	40.23	16.84	10.86
MAR 87	359040	660.55	543.55	81.77	44.68	18.70	12.06
APR 87							
AVG	312385	555.08	562.77	71.14	38.87	16.27	10.50

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M		FUEL(BAHT)/CU.M		REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
	DREDGE	TOTAL	DREDGE	TOTAL			
MAY 86							
JUN 86							
JUL 86							
AUG 86							
SEP 86							
OCT 86							
NOV 86	2.41	3.74	4.44	8.12	1.73	1.18	14.77
DEC 86	0.90	1.40	3.10	5.67	0.53	1.40	9.00
JAN 87	1.07	1.66	3.72	6.80	0.52	1.26	10.23
FEB 87	1.15	1.78	3.54	6.47	0.65	1.28	10.18
MAR 87							
APR 87							
AVG	1.38	2.14	3.70	6.77	0.86	1.28	11.04
% OF TOTAL	12.52	19.41	33.49	61.29	7.75	11.58	100.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.5

ข้อมูลจากเรือขุดแร่ ASC 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ASC 1

REMARK: DREDGE DATA FROM ASIA STANNUM DREDGING CO. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) DREDGE EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-CUTTER	
WIDTH(METRES)	18.00	
LENGTH(METRES)	78.00	
DEPTH(METRES)	2.90	
TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	1705.00	
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	1252.00	
PRIME MOVER		
GENERATOR(CUMMINS,2@1490 HP,2@1000 KVA)	2980.00	
AUX GENERATOR(CUMMINS NH 220 C1,150 KVA)	140.00	
MAIN SUCTION PUMP MOTOR(3@150HP & 2@125HP)	700.00	
SWING WINCH MOTOR	100.00	
CUTTER MOTOR(2@150 HP)	300.00	
LADDER MOTOR	125.00	
SCREEN DRIVE MOTOR	75.00	
PRIMARY JIG DRIVE MOTOR(24@5HP)	120.00	
PRIMARY JIG FEED WATER PUMP(2@125HP)	250.00	
SECONDARY JIG DRIVE MOTOR	45.00	
CONCENTRATE PUMP MOTOR (2@33KW)	90.00	
SPARGE PIPE PUMP MOTOR	75.00	
TOTAL DREDGE OPERATING HP	**1880.00**	
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	**3120.00**	
EXCAVATION SECTION		
CUTTER DIAMETER(METRE)	1.75	
CUTTER SPEED(MAX RPM)	24.00	
MAX CUTTING DEPTH(METRE)	36.00	(AT 51 DEGREE)
LADDER LENGTH(METRE)	48.00	
SUCTION PIPE DIAM(INCH)	18.00	
ANCHOR(2.5 TON EACH)	5.00	
WIRE LINE DIAM(mm.)	35.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD./MO)	274662.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	210000.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	457.77	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	350.00	
REVOLVING SCREEN		
SCREEN INLET DIAM(METRES)	1.54	
SCREEN OUTLET DIAM(METRES)	2.24	
SCREEN LENGTH(METRES)	8.40	
SEIVE SIZE(INCH)	NA	
SCREEN SPEED(RPM)	11.00	
PRIMARY JIG		
NUMBER OF MODULES(PAN AMERICAN)	16.00	
JIG SIZE(4*12 FT, SQ.FT)	48.00	
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	48.00	
JIG SURFACE(SQ.FEET)	768.00	
STROKE LENGTH(mm)	0-25	
STROKE/MIN	60-80	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	1920.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	457.77	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.60	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	1.68	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.20	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SECONDARY JIG

NUMBER OF MODULES(PAN AMERICAN)	4.00	
JIG SIZE(4*12 FT, SQ.FT)	48.00	
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	12.00	
JIG SURFACE(SQ.FEET)	192.00	
STROKE LENGTH(mm)	20.00	
STROKE/MIN	100-120	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	480.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	57.22	(ASSUMMED CONCENTRATION RATIO = 8)
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.30	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.36	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.41	

TERTIARY JIG

NUMBER OF MODULES(PAN AMERICAN)	2.00	
NUMBER OF CELL(2CELL/MOD)	4.00	
JIG SIZE/CELL(SQ.FT)	12.16	
JIG AREA(SQ.FT)	48.65	
HATCH WATER(CU.M/HR)	120.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR)	7.15	(ASSUMMED CONCENTRATION RATIO = 8)
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.15	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	6.80	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.83	

DREDGE PERSONNEL

SHIFT WORK	
WINCH1,2,SPARE	2
JIG	3
MECHANICS	3
ELECTRICIAN	2
LABOUR	5
DREDGE FOREMAN	1
TOTAL SHIFT WORK	16
DREDGE OFFICE	2
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	12000.00

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

THEORETICAL CAPACITY = 350 CU.M/HR, TARGET VOLUME = 210,000 CU.M/MO

MONTH/YEAR	HOURS	CU.M	CU.YD/HR	CU.M/HR
APR 85	332.50	102765.00	404.27	309.07
NOV 85	294.00	78580.00	349.61	267.28
DEC 85	461.75	89649.00	253.96	194.15
JAN 86	634.25	120181.00	247.86	189.49
FEB 86	388.00	88114.00	297.05	227.10
MAR 86	531.50	149494.00	367.91	281.27
APR 86	490.75	175368.00	467.43	357.35
NOV 86	134.40	12938.00	125.92	96.26
DEC 86	556.60	101373.00	238.23	182.13
JAN 87	623.80	120976.00	253.67	193.93
FEB 87	497.80	118222.00	310.65	237.49
MAR 87	391.00	82310.00	275.36	210.51
AVG	444.70	103330.83	299.33	228.84

DREDGE EXPENSE

MONTH/YEAR	PERSONNEL	FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	123184	463775	515856	32782	1135597
DEC 86	88989	940135	315344	24200	1368668
JAN 87	115413	1050040	735465	85951	1986869
FEB 87	107059	1083047	248644	114060	1552810
MAR 87	122251	798594	138122	25347	1084314
AVG	111379	867118	390686	56468	1425652
% OF TOTAL	7.81	60.82	27.40	3.96	100.00

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
APR 85	134421.19	332.50	404.27	71.50	11.20
NOV 85	102786.13	294.00	349.61	54.67	8.57
DEC 85	117264.88	461.75	253.96	62.37	9.77
JAN 86	157202.09	634.25	247.86	83.62	13.10
FEB 86	115257.03	388.00	297.05	61.31	9.60
MAR 86	195544.80	531.50	367.91	104.01	16.30
APR 86	229389.14	490.75	467.43	122.02	19.12
NOV 86	16923.48	134.40	125.92	9.00	1.41
DEC 86	132600.39	556.60	238.23	70.53	11.05
JAN 87	158241.99	623.80	253.67	84.17	13.19
FEB 87	154639.63	497.80	310.65	82.26	12.89
MAR 87	107665.14	391.00	275.36	57.27	8.97
AVG	135161.33	444.70	299.33	71.89	11.26

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
APR 85	102765.00	332.50	309.07	54.66	8.56
NOV 85	78580.00	294.00	267.28	41.80	6.55
DEC 85	89649.00	461.75	194.15	47.69	7.47
JAN 86	120181.00	634.25	189.49	63.93	10.02
FEB 86	88114.00	388.00	227.10	46.87	7.34
MAR 86	149494.00	531.50	281.27	79.52	12.46
APR 86	175368.00	490.75	357.35	93.28	14.61
NOV 86	12938.00	134.40	96.26	6.88	1.08
DEC 86	101373.00	556.60	182.13	53.92	8.45
JAN 87	120976.00	623.80	193.93	64.35	10.08
FEB 87	118222.00	497.80	237.49	62.88	9.85
MAR 87	82310.00	391.00	210.51	43.78	6.86
AVG	103330.83	444.70	228.84	54.96	8.61

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR/CU.YD	FUEL/CU.YD	REPAIR/ CU.YD	OTHERS/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)	
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA	
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA	
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA	
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA	
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA	
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA	
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA	
NOV 86	7.28	27.40	30.48	1.94	67.10	**** EXCLUDED FROM AVG
DEC 86	0.67	7.09	2.38	0.18	10.32	
JAN 87	0.73	6.64	4.65	0.54	12.56	
FEB 87	0.69	7.00	1.61	0.74	10.04	
MAR 87	1.14	7.42	1.28	0.24	10.07	
AVG	0.81	7.04	2.48	0.42	10.75	

MONTH/YEAR	LABOR (BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT) /CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)	
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA	
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA	
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA	
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA	
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA	
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA	
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA	
NOV 86	9.52	35.85	39.87	2.53	87.77	**** EXCLUDED FROM AVG
DEC 86	0.88	9.27	3.11	0.24	13.50	
JAN 87	0.95	8.68	6.08	0.71	16.42	
FEB 87	0.91	9.16	2.10	0.96	13.13	
MAR 87	1.49	9.70	1.68	0.31	13.17	
AVG	1.06	9.20	3.24	0.56	14.06	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.6

ข้อมูลเรือขุดแร่ ASC 2/5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM ASIA STANNUM DREDGING CO. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) DREDGE PERSONNEL AND ORGANIZATION
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) DREDGE EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS
7) DREDGE ASC 2 TANDEM OPERATION WITH CONCENTRATION BARGE ASC 5

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-CUTTER	
WIDTH(METRES)	14.70	
LENGTH(METRES)	52.80	
DEPTH(METRES)	4.60	
TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	3,349.54	
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	2,018.02	
ASC 5 TREATMENT PLANT DISPLACEMENT(TONNE)	1,200.00	
ASC2 + ASC 5 DISPLACEMENT(TONNE)	3,218.02	
PRIME MOVER		
#1 GENERATOR(CAT D399 @100 HP,850 KW)	1,100.00	
#2 GENERATOR(CUMMINS KTA @ 1490 HP,850 KW)	1,490.00	
#3 AUX GENERATOR(220 HP,150 KVA)	220.00	
#4 GENERATOR(CAT D398 @ 750 HP,500 KW)	750.00	
#5 GENERATOR(CAT D398 @ 750 HP,500 KW)	750.00	
#6 AUX GENERATOR ENGINE(CUMMINS @140 HP)	140.00	
MAIN SUCTION PUMP ENGINE(3680 HP,207 RPM)	3,680.00	
SWING WINCH MOTOR		
CUTTER MOTOR HP(2@220 KW)	590.00	
LADDER MOTOR HP(125 KW)	167.00	
X-MAS TREE WINCH MOTOR HP(75 KW)	100.00	
SCREEN DRIVE MOTOR(2 @ 75 HP)	150.00	
JIG DRIVE MOTOR	79.00	
JIG FEED WATER PUMP(4@125 HP)	500.00	
CONCENTRATE PUMP MOTOR(2@75 HP)	150.00	
TOTAL DREDGE OPERATING HP	5,416.00	
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	6,130.00	
EXCAVATION SECTION		
CUTTER DIAMETER(METRE)	2.00	
CUTTER SPEED(MAX RPM)	17.00	
MAX CUTTING DEPTH(METRE)	25.00	@ 47 DEG
LADDER LENGTH(METRE)	37.50	
SUCTION PIPE DIAM(INCH)	26.77	
SWING ANCHOR(3.0 TON EACH)	2.00	
X-MAS TREE ANCHORS(7.0 TON EACH)	3.00	
WIRE LINE DIAM(mm.)	46.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	500.00	
AVE SLURY@10-12%SOLID(CU.M/HR)	5,000.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	653.95	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	300,000.00	
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/MO)	392,370.00	
REVOLVING SCREEN(2 REVOLVING SCREEN INSTALLED)		
SCREEN INLET DIAM(METRES)	2.20	
SCREEN OUTLET DIAM(METRES)	2.20	
SCREEN LENGTH(METRES)	13.74	
SEIVE SIZE(INCH)	NA	
SCREEN SPEED(RPM)	11.00	
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	NA	
SPARGE PIPE NOZZLE	NA	

PRIMARY JIG		
NUMBER OF MODULES(CIRCULAR)	4.00	
JIG SIZE/MODULE(SQ.M)	39.00	
NUMBER OF CELL (12 CELL/MODULE)	48.00	
JIG SURFACE(SQ.M)	156.00	
STROKE LENGTH(mm)	20-25	
STROKE/MIN	70.00	
FREE WATER(CU.M/HR)	3,600.00	
DESIGNED CAPACITY(CU.M/HR)	600.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	500.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.39	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	3.21	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.57	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.31	
SECONDARY JIG		
NUMBER OF MODULES(CIRCULAR)	1.00	
JIG SIZE/MODULE(SQ.M)	39.00	
NUMBER OF CELL (12 CELL/MODULE)	12.00	
JIG SURFACE(SQ.M)	39.00	
STROKE LENGTH(mm)	15-20	
STROKE/MIN	80	
FREE WATER(CU.M/HR)	640.00	
DESIGNED CAPACITY(CU.M/HR)	150.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	62.50	ASSUMMED CONCENTRATION RATIO = 8
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.19	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	1.60	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	5.14	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.62	
TERTIARY JIG		
NUMBER OF MODULES(PAN AMERICAN)	2.00	
JIG SIZE/CELL(1.065*1.065 SQ.M)	1.13	
NUMBER OF CELL(4 CELL/MODULE)	8.00	
JIG SURFACE(SQ.M)	9.04	
STROKE/MIN	240.00	
FREE WATER(CU.M/HR)	110.00	
SOLID FEED RATE(CU.M/HR)	10.00	
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR/SQ.M)	1.11	
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.13	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	7.44	
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.90	

DREDGE PERSONNEL

SHIFT WORK	
WINCH1,2,SPARE	2
JIG	5
MECHANICS	6
ELECTRICIAN	3
LABOUR	3
COOK	2
JIG FOREMAN	1
DREDGE FOREMAN	1
TOTAL SHIFT WORK	23
DREDGE OFFICE	2
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	17,040.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

THEORETICAL CAPACITY = 350 CU.M/HR, TARGET VOLUME = 210,000 CU.M/MO

MONTH/YEAR	HOURS	CU.M	CU.YD/HR	CU.M/HR
DEC 84	358.00	123,930.00	452.81	346.17
JAN 85	475.00	140,425.00	386.70	295.63
FEB 85	329.00	112,577.00	447.59	342.18
MAR 85	516.00	148,298.00	375.93	287.40
APR 85	332.50	102,765.00	404.27	309.07
NOV 85	265.50	87,884.00	432.98	331.01
DEC 85	471.75	164,450.00	455.98	348.60
JAN 86	517.25	170,801.00	431.93	330.21
FEB 86	453.75	179,388.00	517.13	395.35
MAR 86	490.00	167,734.00	447.76	342.31
APR 86	625.00	212,620.00	444.99	340.19
NOV 86	89.60	40,785.00	595.41	455.19
DEC 86	303.00	146,214.00	631.20	482.55
JAN 87	307.00	110,078.00	469.01	358.56
FEB 87	161.75	44,371.00	358.82	274.32
MAR 87	92.75	33,600.00	473.86	362.26
AVG	361.74	124,120.00	457.90	350.06

DREDGE EXPENSE

MONTH/YEAR	PERSONNEL	FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
DEC 84	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 85	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 85	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 85	NA	NA	NA	NA	NA
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	49882	468050	360257	1375	879564
DEC 86	65367	892362	96384	-0	1054113
JAN 87	70156	930346	446561	0	1447063
FEB 87	59233	686463	409202	0	1154898
MAR 87	68780	328669	21689	0	419138
AVG	62684	661178	266819	275	990955
% OF TOTAL	6.33	66.72	26.93	0.03	100.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
DEC 84	162,105.95	358.00	452.81	29.93	9.51
JAN 85	183,682.15	475.00	386.70	33.91	10.78
FEB 85	147,255.72	329.00	447.59	27.19	8.64
MAR 85	193,980.38	516.00	375.93	35.82	11.38
APR 85	134,421.19	332.50	404.27	24.82	7.89
NOV 85	114,956.18	265.50	432.98	21.23	6.75
DEC 85	215,107.91	471.75	455.98	39.72	12.62
JAN 86	223,415.30	517.25	431.93	41.25	13.11
FEB 86	234,647.48	453.75	517.13	43.32	13.77
MAR 86	219,403.53	490.00	447.76	40.51	12.88
APR 86	278,116.42	625.00	444.99	51.35	16.32
NOV 86	53,348.59	89.60	595.41	9.85	3.13
DEC 86	191,254.41	303.00	631.20	35.31	11.22
JAN 87	143,986.92	307.00	469.01	26.59	8.45
FEB 87	58,039.24	161.75	358.82	10.72	3.41
MAR 87	43,950.29	92.75	473.86	8.11	2.58
AVG	162,354.48	361.74	457.90	29.98	9.53

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
DEC 84	123,930.00	358.00	346.17	22.88	7.27
JAN 85	140,425.00	475.00	295.63	25.93	8.24
FEB 85	112,577.00	329.00	342.18	20.79	6.61
MAR 85	148,298.00	516.00	287.40	27.38	8.70
APR 85	102,765.00	332.50	309.07	18.97	6.03
NOV 85	87,884.00	265.50	331.01	16.23	5.16
DEC 85	164,450.00	471.75	348.60	30.36	9.65
JAN 86	170,801.00	517.25	330.21	31.54	10.02
FEB 86	179,388.00	453.75	395.35	33.12	10.53
MAR 86	167,734.00	490.00	342.31	30.97	9.84
APR 86	212,620.00	625.00	340.19	39.26	12.48
NOV 86	40,785.00	89.60	455.19	7.53	2.39
DEC 86	146,214.00	303.00	482.55	27.00	8.58
JAN 87	110,078.00	307.00	358.56	20.32	6.46
FEB 87	44,371.00	161.75	274.32	8.19	2.60
MAR 87	33,600.00	92.75	362.26	6.20	1.97
AVG	124,120.00	361.74	350.06	22.92	7.28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD	FUEL(BAHT)/CU.YD	REPAIR/ CU.YD	OTHERS/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
DEC 84	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 85	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 85	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 85	NA	NA	NA	NA	NA
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	0.94	8.77	6.75	0.03	16.49
DEC 86	0.34	4.67	0.50	0.00	5.51
JAN 87	0.49	6.46	3.10	0.00	10.05
FEB 87	1.02	11.83	7.05	0.00	19.90
MAR 87	1.56	7.48	0.49	0.00	9.54
AVG	0.87	7.84	3.58	0.01	12.30

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
DEC 84	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 85	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 85	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 85	NA	NA	NA	NA	NA
APR 85	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 85	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 85	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 86	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 86	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 86	NA	NA	NA	NA	NA
APR 86	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	1.22	11.48	8.83	0.03	21.57
DEC 86	0.45	6.10	0.66	-0.00	7.21
JAN 87	0.64	8.45	4.06	0.00	13.15
FEB 87	1.33	15.47	9.22	0.00	26.03
MAR 87	2.05	9.78	0.65	0.00	12.47
AVG	1.14	10.26	4.68	0.01	16.08

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาคผนวก ก.7

ข้อมูลเรือดันรุ่งสยาม 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM SUCTION BOAT: ROUNGSIAM 1, CONSISTS OF:
1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) DREDGE EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION CUTTER
WIDTH(METER)	15.00
LENGTH(METER)	76.00
PONTOON (METER)	2.00
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TON)	1596.00
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	1197.00
PRIME MOVER	
MAIN DRIVE ENGINE(NISSAN RD 10,2@350HP)	700.00
WATER PUMP ENGINE(2@ 280- HP)	560.00
CUTTER DRIVE/LADDER ENGINE(NISSAN)	350.00
SUCTION PUMP ENGINE(2@450HP)	900.00
GENERATOR ENGINE(3@100 HP)	300.00
TOTAL DREDGE OPERATING HP	2810.00
TOTAL INSTALLED HP	2810.00
EXCAVATION SECTION	
CUTTER DIAMETER(METER)	1.80
CUTTER SPEED(MAX RPM)	14.00
MAX CUTTING DEPTH(METER)	30.00
LADDER LENGTH(METER)	
SUCTION PIPE DIAM(INCH),TWIN PIPES	14.00
ANCHOR	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	191.15
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	250.00
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	114690.00
SCREEN	
SCREEN DIAM(METER)	2.15
SCREEN LENGTH(METER)	10.30
SEIVE SIZE(INCH)	0.75
SCREEN SPEED(RPM)	6.00
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	6.00
SPARGE PIPE NOZZLE	NA
PRIMARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	12.00
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	36.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	900.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.75
STROKE/MIN	130.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	191.15
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.28
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.60
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.44
SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	6.00
JIG SIZE(2.5*2.5 FEET/CELL,SQ.FEET)	6.25
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	18.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	112.50
STROKE LENGTH(0.5-0.625 INCH)	0.37
STROKE/MIN(100-200 STK/MIN)	170.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	23.89
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.28
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.60
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.44

DREDGE PERSONNEL

LABOURS	22.00
WELDERS/MECHANICS	20.00
FOREMAN	1.00
WINCHMAN	4.00
TOTAL DREDGE EMPLOYEE	47.00
SHIFT WORK TOTAL	10.00
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	7200.00

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DREDGE CAPACITY AS REPORTED = 191.15 CU.M/HR
EXCAVATED VOLUME = 50,000 - 60,000 CU.M/MO
EXPECTED AVERAGE WORKING HOUR = 450 - 500 HR/MO , 6 MONTHS WORK

EXPENSE

	SEASON 86-87	MONTHLY
SALARIES, WAGES	2074950.00	345825.00
PRODUCTION BONUS	300000.00	50000.00
FUEL	3280000.00	546666.67
LUB/OIL	335000.00	55833.33
SPARE & ACCESSORIES	2175865.00	362644.17
TOTAL	8165815.00	1360969.17

AVERAGE FUEL = 1400 LITRES/DAY

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
EXP AVG	60000.00	450.00	133.33	21.35	8.33

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
EXP AVG	78474.00	450.00	174.39	27.93	10.90

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M DREDGE	FUEL(BAHT)/CU.M DREDGE	REPAIR/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
EXP AVG	6.60	10.04	6.04	22.68

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD DREDGE	FUEL(BAHT)/CU.YD DREDGE	REPAIR/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
EXP AVG	5.04	7.68	4.62	17.34

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.8

ข้อมูลเรือดัน รุ่งสยาม 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK : DREDGE DATA FROM SUCTION BOAT: ROUNGSIAM 2, CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) WORKING HOURS AND EXCAVATED VOLUME
4) DREDGE EXPENSE
5) PERFORMANCE ANALYSIS
6) COST ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION CUTTER
WIDTH(METER)	14.50
LENGTH(METER)	55.00
PONTOON (METER)	1.90
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TON)	1060.68
DREDGE DISPLACEMENT(TON)	669.90
PRIME MOVER	
MAIN DRIVE ENGINE(HINO,2@240HP)	480.00
WATER PUMP ENGINE(240 HP)	240.00
HYDRAULIC DRIVE ENGINE	450.00
SUCTION PUMP ENGINE(HINO,350 HP)	350.00
TOTAL DREDGE OPERATING HP	1520.00
TOTAL INSTALLED HP	1520.00
EXCAVATION SECTION	
CUTTER DIAMETER(METER)	1.20
CUTTER SPEED(MAX RPM)	14.00
MAX CUTTING DEPTH(METER)	30.00
LADDER LENGTH(METER)	
SUCTION PIPE DIAM(INCH)	12.00
ANCHOR	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	75.00
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	98.09
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	45000.00
SCREEN	
SCREEN DIAM(METER)	NA
SCREEN LENGTH(METER)	3.00
SEIVE SIZE(INCH)	0.75
SCREEN SPEED(RPM)	8.00
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	NA
SPARGE PIPE NOZZLE	NA
PRIMARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	4.00
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (2 CELL/MODULE)	8.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	200.00
STROKE LENGTH(INCH)	NA
STROKE/MIN	NA
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	75.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.49
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.04
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.25
SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(2.5*2.5 FEET/CELL,SQ.FEET)	6.25
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	6.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	37.50
STROKE LENGTH(0.5-0.625 INCH)	NA
STROKE/MIN(100-200 STK/MIN)	NA
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	12.50
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.44
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.29
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.28

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE PERSONNEL

LABOURS	
WELDERS/MECHANICS	
FOREMAN	
WINCHMAN	
TOTAL DREDGE EMPLOYEE	
SHIFT WORK TOTAL	4.00
TOTAL MAN-HOUR/MO ON DREDGE	2880.00

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DREDGE CAPACITY AS REPORTED = 75.00 CU.M/HR
EXCAVATED VOLUME = 25,000 - 30,000 CU.M/MO
EXPECTED AVERAGE WORKING HOUR = 450 - 500 HR/MO , 6 MONTHS WORK

EXPENSE

	SEASON 86-87	MONTHLY
SALARIES, WAGES	1674625.00	279104.17
PRODUCTION BONUS	200000.00	33333.33
FUEL	2200000.00	366666.67
LUB/OIL	197000.00	32833.33
SPARE & ACCESSORIES	1029139.00	171523.17
TOTAL	5300764.00	883460.67

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
EXP AVG	30000.00	450.00	66.67	19.74	10.42

MONTH/YEAR	CU.YD	WORK HRS	CU.YD/HR	CU.YD/OPER HP	CU.YD/MAN-HR
EXP AVG	39237.00	450.00	87.19	25.81	13.62

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M DREDGE	FUEL(BAHT)/CU.M DREDGE	REPAIR/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
EXP AVG	10.41	13.32	5.72	29.45

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.YD DREDGE	FUEL(BAHT)/CU.YD DREDGE	REPAIR/ CU.YD	TOTAL COST (BAHT/CU.YD)
EXP AVG	7.96	10.18	4.37	22.52

ภาคผนวก ก.9

ข้อมูลดันเรือกลุ่มรวมใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM SUCTION BOAT: PAE KLUM ROUMCHAI(SAETHAI), CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) YARDAGE
4) OPERATING COST
5) PERFORMANCE ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-BOAT
WIDTH(METRES)	9.50
LENGTH(METRES)	57.00
PONTOON DIAMETER(METRES)	2.60
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	985.53
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	682.29
PRIME MOVER	
MAIN DRIVE ENGINE(HENO EK100,2@270HP)	540.00
WATER/HYDR PUMP ENGINE(HENO EK100,270HP)	270.00
CUTTER DRIVE/SWING ENGINE(HENO EK100)	270.00
SUCTION PUMP ENGINE(NISSAN RD10, 350 HP)	350.00
LIGHT & MAINTENANCE ENGINE(ISUZU,DAZ20)	80.00
TOTAL DREDGE OPERATING HP	**1510.00**
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	**1510.00**
EXCAVATION SECTION	
CUTTER DIAMETER(METRE)	1.55
CUTTER SPEED(MAX RPM)	8.00
MAX CUTTING DEPTH(METRE)	40.00
LADDER LENGTH(METRE)	26.00
SUCTION PIPE DIAM(INCH)	14.00
ANCHOR	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	98.00
SCREEN (2 SET OF SCREEN INSTALLED)	
SCREEN WIDTH(METRES)	1.70
SCREEN LENGTH(METRES)	5.00
SEIVE SIZE(INCH)	0.50
SCREEN SPEED(RPM)	STATIONARY
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	NA
SPARGE PIPE NOZZLE	NA
PRIMARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (6 CELL/MODULE)	12.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	300.00
STROKE LENGTH(INCH)	2.50
STROKE/MIN(80-150 STK/MIN)	150.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE (CU.M/HR)	98.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.43
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.34
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.28
SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(3*3 FEET/CELL,SQ.FEET)	9.00
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	6.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	54.00
STROKE LENGTH(INCH)	0.75
STROKE/MIN(100-200 STK/MIN)	200.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE (CU.M/HR)	12.25
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.30
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	3.37
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.41

DREDGE PERSONNEL

LABOURS	2
WELDERS	3
COOKS	1
MECHANICS	1
FOREMAN	2
OFFICE	
	9
TOTAL EXPECTED MAN-HOUR/MO	6480

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

EXPECTED DREDGE CAPACITY = 98.30 CU.M/HR
*WORK DATA IS NOT AVAILABLE.
EXPECTED AVERAGE WORKING HOUR = 500 HR/MO (20 HR/DAY)

EXPECTED VOLUME = 49150.00 CU.M/MO CALCULATED
REPAIR COST REPORTED AS 800,000.00 BAHT/YR (6 MO/YR)

EXPENSE

AVERAGE DAILY EXPENSE =24000.00 BAHT/DAY
AVERAGE FUEL = 2600 LITRES/DAY OR EQUIVALENT = 16900.00BAHT/DAY
CALCULATED MISC EXPENSE = 7100.00 BAHT/DAY
LABOR EXPENSE = 25 % OF SALE INCOME AFTER EXPENSE DEDUCTION

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
EXP AVG	49000.00	500.00	98.00	32.45	10.89

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/CU.M	OTHERS	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
EXP AVG	NA	8.62	2.72	3.62	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.10

ข้อมูลเรือดันลานเททอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM SUCTION BOAT: LAN TAE TONG, CONSISTS OF:
1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) YARDAGE
4) OPERATING COST
5) PERFORMANCE ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-BOAT
WIDTH(METRES)	11.00
LENGTH(METRES)	50.60
PONTOON DIAMETER(METRES)	1.75
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	681.83
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	389.62

PRIME MOVER	DIESEL ENGINE
MAIN DRIVE ENGINE(HENO EK100,2@270HP)	540.00
WATER/HYDRAULICS PUMP ENGINE(NISSAN, PDT)	260.00
CUTTER DRIVE/LADDER ENGINE(NISSAN,PD)	185.00
SUCTION PUMP ENGINE(NISSAN RD10, 350 HP)	350.00
SWING WINCH ENGINE(HENO, EK100)	270.00
TOTAL DREDGE OPERATING HP	**1605.00**
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	**1605.00**

EXCAVATION SECTION	
CUTTER DIAMETER(METRE)	1.50
CUTTER SPEED(MAX RPM)	8.00
MAX CUTTING DEPTH(METRE)	40.00
LADDER LENGTH(METRE)	26.00
SUCTION PIPE DIAM(INCH)	12.00
ANCHOR	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	75.00
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	98.09
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	45000.00

VIBRATING SCREEN	
SCREEN WIDTH(METRES)	1.52
SCREEN LENGTH(METRES)	2.44
SEIVE SIZE(INCH)	0.37

PRIMARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (4 CELL/MODULE)	8.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	200.00
STROKE LENGTH(INCH)	2.00
STROKE/MIN	80.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	75.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.49
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.04
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.25

SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	1.00
JIG SIZE(3*3 FEET/CELL,SQ.FEET)	9.00
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	3.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	27.00
STROKE LENGTH(0.5-0.625 INCH)	0.62
STROKE/MIN(100-200 STK/MIN)	180.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	9.38
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.45
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	2.20
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.27

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DREDGE PERSONNEL

LABOURS	3
WELDERS/MECHANICS	4
FOREMAN	2
OFFICE	
TOTAL	9
TOTAL EXPECTED MAN-HOUR/MO	2160

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DESIGNED DREDGE CAPACITY AS ESTIMATED = 75 CU.M/HR
*WORK DATA IS NOT STATISTICALLY RECORDED.
REPORTED AVERAGE CAPACITY = 1000 CU.M/DAY = 30000 CU.M/MO
EXPECTED WORKING HOUR = 500 HR/MO (20 HR/DAY)

EXPENSE

AVERAGE DAILY EXPENSE = NA BAHT/DAY
AVERAGE FUEL = 1800 LITRES/DAY OR EQUIVALENT = 11700BAHT/DAY
MISC EXPENSE = 1500 BAHT/DAY
LABOR EXPENSE = 25% OF SALE INCOME AFTER EXPENSE DEDUCTION

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
EXP AVG	30000	500	60	18.69	13.89

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
EXP AVG	NA	11.70	NA	1.50	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.11

ข้อมูลเรือดัน สุริยัน-จันทรา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM SUCTION BOAT: SURIYAN-CHANTRA, CONSISTS OF:
1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) YARDAGE
4) OPERATING COST
5) PERFORMANCE ANALYSIS

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-BOAT
WIDTH(METRES)	10.00
LENGTH(METRES)	49.00
PONTOON DIAMETER(METER)	1.80
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	617.40
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	343.00
PRIME MOVER	
MAIN DRIVE ENGINE(HENO EK100,2@270HP)	540.00
WATER/HYDRAULICS PUMP ENGINE(HENO EK100,270 HP)	270.00
CUTTER DRIVE/LADDER ENGINE(HENO EK100)	270.00
SUCTION PUMP ENGINE(NISSAN RD10, 350 HP)	350.00
LIGHTING AND MAINTENANCE ENGINE	130.00
TOTAL DREDGE OPERATING HP	1560.00
TOTAL DREDGE INSTALLED HP	1560.00
EXCAVATION SECTION	
CUTTER DIAMETER(METRE)	1.30
CUTTER SPEED(MAX RPM)	10.00
MAX CUTTING DEPTH	40.00
LADDER LENGTH(METRE)	26.00
SUCTION PIPE DIAM(INCH,37 M LENGTH)	12.00
ANCHOR	NA
WIRE LINE DIAM(mm.)	NA
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	75.00
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.YD/HR)	98.09
DESIGNED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/MO)	45000.00
REVOLVING SCREEN	
SCREEN INLET DIAM(METRES)	0.75
SCREEN OUTLET DIAMETER(METRES)	1.75
SCREEN LENGTH(METRES)	4.00
SEIVE SIZE(INCH)	0.38
SCREEN SPEED(RPM)	18.00
PRIMARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25.00
NUMBER OF CELL (6 CELL/MODULE)	12.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	300.00
STROKE LENGTH(INCH)	2.50
STROKE/MIN	90.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	50.00
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.22
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	4.59
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.56
SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2.00
JIG SIZE(2.5*2.5 FEET/CELL,SQ.FEET)	6.25
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	6.00
JIG SURFACE(SQ.FEET)	37.50
STROKE LENGTH(INCH)	0.62
STROKE/MIN	170.00
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	NA
DESIGNED FEED RATE(CU.M/HR)	6.25
DESIGNED FEED RATE(CU.YD/HR/SQ.FT)	0.22
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.FT/CU.YD/HR)	4.59
SURFACE AREA/FEED RATE(SQ.M/CU.M/HR)	0.56

DREDGE PERSONNEL

LABOURS	2
WELDERS	4
COOKS	1
MECHANICS	1
FOREMAN	2
OFFICE	
TOTAL	10
TOTAL EXPECTED MAN-HOUR/MO	2400

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

DESIGNED DREDGE CAPACITY = 75..00 CU.M/HR
*WORK DATA IS NOT STATISTICALLY RECORDED.
EXPECTED WORKING HOUR = 450 HR/MO
EXPECTED EXCAVATED VOLUME = 17000 - 20000 CU.M/MO

EXPENSE

AVERAGE DAILY EXPENSE =19000 BAHT/DAY
AVERAGE FUEL = 2000 LITRES/DAY OR EQUIVALENT = 13000BAHT/DAY

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/OPER HP	CU.M/MAN-HR
EXP AVG	18000.00	450.00	40.00	12.59	7.50

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M	FUEL(BAHT)/CU.M	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
EXP AVG	NA	16.25	NA	NA	23.75

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.12

ข้อมูลเรือดัน ของบริษัท ดีบุกอันดามัน จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REMARK: DREDGE DATA FROM ANDAMAN TIN CO. LTD. CONSISTS OF:

1) DREDGE CONFIGURATION WHICH INCLUDE TYPE, EQUIPMENTS, SIZE
2) PERSONNEL
3) WORKING HOUR AND EXCAVATED VOLUME
4) CONSTRUCTION COST
5) ANALYSIS

:DREDGE IS BEING FABRICATED IN PHUKET, NOT YET OPERATED.

DREDGE CONFIGURATIONS

TYPE OF DREDGE	SUCTION-CUTTER	
WIDTH(METRES)	10.5	
LENGTH(METRES)	55.5	
PONTOON DIAMETER(FEET)	7	
ESTIMATED TOTAL DISPLACEMENT(TONNE)	258.8964	
DREDGE DISPLACEMENT(TONNE)	40	
PRIME MOVER		
MAIN DRIVE ENGINE(CUMMINS N335,2@280HP)	560	
WATER PUMP ENGINE(CUMMIN N335,280 HP)	280	
HYDRAULICS/BOOM ENGINE(CUMMIN N335)	280	
SUCTION PUMP ENGINE(KOMUTSU 650)	650	(AT 450 RPM)
LIGHTING AND MAINTENANCE ENGINE (MITSUI DEUTZ @120HP & CAT 120 HP)	240	
TOTAL DREDGE OPERATING HP	**2010**	
EXCAVATION SECTION		
CUTTER DIAMETER(METRE)	1.5	
CUTTER SPEED(MAX RPM)	8	
MAX CUTTING DEPTH(METRE@ 45 DEG)	26	
LADDER LENGTH(METRE)	37	
SUCTION PIPE DIAM(INCH,37 M LENGTH)	16	
ANCHOR(1.2 TON EACH)	5	
WIRE LINE DIAM(mm.)	25	
EXPECTED EXCAVATING CAPACITY(CU.M/HR)	250	
REVOLVING SCREEN		
SCREEN INLET DIAM(METRES)	1.2	
SCREEN OUTLET DIAMETER(METRES)	1.6	
SCREEN LENGTH(METRES)	5.5	
SEIVE SIZE(INCH)	0.375	
SCREEN SPEED(RPM)	10	
SPARGE PIPE DIAMETER(INCH)	24	
SPARGE PIPE NOZZLE		
PRIMARY JIG		
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2	
JIG SIZE(5*5 FT/CELL,SQ.FEET)	25	
NUMBER OF CELL (6 CELL/MODULE)	12	
JIG SURFACE(SQ.FEET)	300	
STROKE LENGTH(mm)	50	
STROKE/MIN		
MAKE UP WATER(CU.M/HR)		
SOLID FEED RATE(CU.M/HR/MODULE)		
CAPACITY(CU.M/HR)		
JIG RAGGING(MAX,INCH)	1	
JIG SCREEN(INCH)	0.375	

SECONDARY JIG	
NUMBER OF MODULES(PAN-AMERICAN)	2
JIG SIZE(2.5*2.5 FEET/CELL,SQ.FEET)	6.25
NUMBER OF CELL (3 CELL/MODULE)	6
JIG SURFACE(SQ.FEET)	37.5
STROKE LENGTH(mm)	25
STROKE/MIN	
MAKE UP WATER(CU.M/HR)	
SOLID FEED RATE(CU.M/HR/MODULE)	
CAPACITY(CU.M/HR)	
JIG RAGGING(MAX,INCH)	0.375
JIG SCREEN(INCH)	0.25

DREDGE CONSTRUCTION PERSONNEL (EXPECTED COMPLETION TIME = 10 MONTHS)

WELDERS	14
PAINTERS	4
COOKS	2
ASSEMBLING TEAM	2
FOREMAN	3
OFFICE	4
TOTAL	29
TOTAL EXPECTED MAN-HOUR	69600

DREDGE OPERATING HOUR AND EXCAVATED VOLUME(CU.M)

EXPECTED DREDGE CAPACITY = 150000 CU.M/MO
EXPECTED RATE 250CU.M/HR

MONTH/YEAR	HOURS	VOLUME	CU.M/HR
MAY 86	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA
OCT 86	NA	NA	NA
NOV 86	NA	NA	NA
DEC 86	NA	NA	NA
JAN 87	NA	NA	NA
FEB 87	NA	NA	NA
MAR 87	NA	NA	NA
APR 87	NA	NA	NA
AVG	NA	NA	NA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

COMPANY EXPENSE (EXPECTED CONSTUCTION COST 10,500,000 BAHT)

MONTH/YEAR	PERSONNEL	FUEL/OIL	REPAIRS/MAT	OTHERS	TOTAL
MAY 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA	NA	NA
OCT 86	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 86	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 87	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 87	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 87	NA	NA	NA	NA	NA
APR 87	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NA	NA	NA
AVERAGE	NA	NA	NA	NA	NA
% OF TOTAL	NA	NA	NA	NA	NA

DREDGE PERFORMANCE ANALYSIS

MONTH/YEAR	CU.M	WORK HRS	CU.M/HR	CU.M/DREDHP	CU.M/TOTALHP	CU.M/MAN-HR DREDGE	CU.M/MAN-HR TOTAL
MAY 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
OCT 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 86		NA	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 87		NA	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 87		NA	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 87		NA	NA	NA	NA	NA	NA
APR 87		NA	NA	NA	NA	NA	NA
AVG		NA	NA	NA	NA	NA	NA

COST ANALYSIS

MONTH/YEAR	LABOR(BAHT)/CU.M DREDGE	LABOR(BAHT)/CU.M TOTAL	FUEL(BAHT)CU.M DREDGE	FUEL(BAHT)CU.M TOTAL	REPAIR/ CU.M	OTHERS/ CU.M	TOTAL COST (BAHT/CU.M)
MAY 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JUN 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JUL 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AUG 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
SEP 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
OCT 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
NOV 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
DEC 86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
JAN 87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
FEB 87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
MAR 87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
APR 87	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AVG	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
%OF TOTAL	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

ภาคผนวก ข.

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่จากเรือขุดแร่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

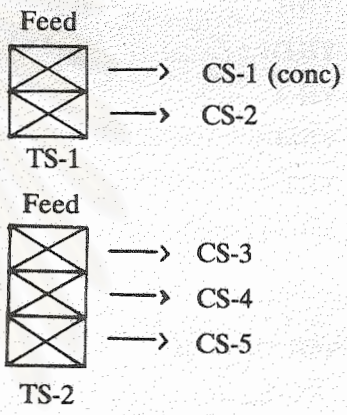
ตัวอย่างแร่ที่เก็บจากเรือขุดแร่

เรือขุดไทยวัฒนะ รวม 6 ถุง

1. Primary Jig Tailing 1 ถุง
2. Primary Jig Concentration 1 ถุง
3. Secondary Jig Tailing 1 ถุง
4. Secondary Jig Concentration 1 ถุง
5. Tertiary Jig Tailing 1 ถุง
6. Concentration 1 ถุง

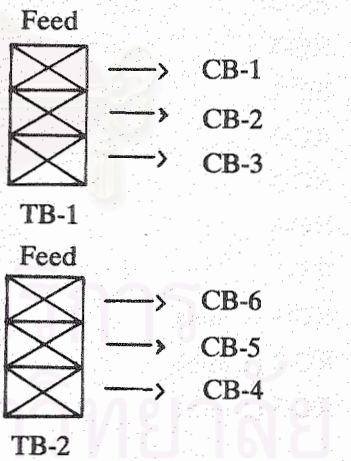
เรือขุดรุ่งสยาม ลำเล็ก M2 รวม 7 ถุง

1. CS-1 1 ถุง
2. CS-2 1 ถุง
3. TS-1 1 ถุง
4. CS-3 1 ถุง
5. CS-4 1 ถุง
6. CS-5 1 ถุง
7. TS-2 1 ถุง



เรือขุดแร่รุ่งสยาม ลำใหญ่ M1 รวม 8 ถุง

1. CB-1 1 ถุง
2. CB-2 1 ถุง
3. CB-3 1 ถุง
4. TB-1 1 ถุง
5. CB-4 1 ถุง
6. CB-5 1 ถุง
7. CB-6 1 ถุง
8. TB-2 1 ถุง



TB-1 + TB2 จากตัวอย่าง 10 kg เลียงแล้วจากเรือ

เรือขุด บ่อดาน รวม 7 ถุง

1. Conc 1 2 ถุง
2. Conc 1 1 ถุง
3. Tail 1 1 ถุง
4. Tail 2 1 ถุง
5. Feed 3 1 ถุง
6. Tail 3 1 ถุง

แพลานทอง รวม 7 ถุง

1. YB-1 1 ถุง
2. YB-2 1 ถุง
3. YBT-1 1 ถุง
4. YB-3 1 ถุง
5. YBM-1 1 ถุง
6. YBT-2 1 ถุง
7. YB-3 (1 min) 1 ถุง

แพสุริยันจันทรา รวม 11 ถุง

1. RC-1 1 ถุง
2. RC-2 1 ถุง
3. RC-3 1 ถุง
4. RT-2 1 ถุง
5. RC-4 1 ถุง
6. RC-5 1 ถุง
7. RC-6 1 ถุง
8. RT-1 1 ถุง
9. RC-1 (1 min) 1 ถุง
10. RC-2 (1 min) 1 ถุง
11. RC-3 (1 min) 1 ถุง

รวม 46 ถุง (45 ตัวอย่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ อก 0314/1039

สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต
ถ.เจ้าฟ้า อ.เมือง จ.ภูเก็ต 83000

16 มิถุนายน 2530

เรื่อง ส่งผลวิเคราะห์แร่ทางฟิสิกส์

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์เหมืองแร่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตามที่ทางคณะทำงานในโครงการศึกษาประสิทธิภาพการทำเหมืองเรือขุดในทะเลได้ส่งตัวอย่างแร่ที่เก็บจากเรือขุดแร่ จำนวน 6 ลำ รวมทั้งสิ้น 47 ตัวอย่าง มาเพื่อทำการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ นั้น

บัดนี้ ฝ่ายแต่งแร่ฯ สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างแร่ทางฟิสิกส์เรียบร้อยแล้ว ดังใบแสดงผลที่ส่งมาด้วยนี้

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายสัมพันธ์ ภูไพบูลย์)
ทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต

ฝ่ายธุรการ
โทร. 076-212250

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างจากเรือขุดบ่อดาน (อ.ม.ท.)

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
Tail. 1	0.011	0.001	0.029	0.037	99.827	–	0.095	
Tail. 2	0.017	0.004	0.072	0.063	99.459	–	0.385	
Tail. 3	0.007	0.006	0.118	0.113	98.491	–	1.265	
Conc. 1	0.072	0.004	0.043	0.025	99.412	Tr	0.368	
Final Conc.	12.505	0.016	0.383	0.157	75.882	0.012	11.045	
Feed. 3	0.472	0.004	0.067	0.077	98.563	0.007	0.810	

ตัวอย่างจากเรือขุดรุ่งสยาม (ลำใหญ่)

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
CB – 1	0.084	0.001	0.013	Tr	99.371	–	0.531	
CB – 2	0.042	0.001	0.013	Tr	99.392	–	0.552	
CB – 3	0.024	0.001	0.010	Tr	99.762	–	0.203	
CB – 4	3.974	0.051	0.174	Tr	10.087	–	85.714	
CB – 5	6.471	0.043	0.330	Tr	17.114	–	76.042	
CB – 6	42.636	0.128	4.167	0.152	0.375	–	52.542	
TB – 1	0.001	Tr	0.001	–	99.991	–	0.007	Total Wt. = 10 Kg.
TB – 1	0.010	Tr	0.001	Tr	99.979	–	0.010	Total Wt. = 6.953 Kg.
TB – 2	0.038	0.001	0.019	Tr	99.562	–	0.380	Total Wt. = 10 Kg.
TB – 2	0.002	0.001	0.019	Tr	99.607	–	0.371	Total Wt. = 3.545 Kg.

ตัวอย่างจากเรือขุดแร่รุ่งสยาม (ลำเล็ก)

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
TS – 1	0.070	0.001	0.004	–	99.787	0.062	0.076	
TS – 2	0.013	Tr	0.005	–	99.716	0.132	0.134	
CS – 1	0.328	0.002	0.007	Tr	99.295	0.197	0.171	
CS – 2	0.014	Tr	0.005	Tr	99.801	0.088	0.092	
CS – 3	80.00	0.100	0.337	–	8.212	6.216	5.135	
CS – 4	51.408	Tr	Tr	–	19.015	19.014	10.563	
CS – 5	27.454	0.082	Tr	–	23.189	31.884	17.391	

COLLEGE OF ENGINEERING
42264
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างจากเรือขุดแร่บริษัทไทยวัฒนะ

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
1. Pri. Jig Tails.	0.004	Tr	0.008	0.002	99.957	–	0.029	แร่ติดแม่เหล็ก (Magnetic Part) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่ Ilmenite และ Hydroilmenite, ที่เหลือเล็กน้อยเป็นแร่ Garnet, Siderite, Hematite, Xenotime, Monazite Struverite
2. Pri. Jig Conc.	0.025	0.010	0.084	0.001	98.070	–	1.810	
3. Sec. Jig Tails.	0.002	0.001	0.021	Tr	99.693	–	0.283	
4. Sec. Jig Conc.	2.088	0.020	0.555	Tr	87.442	Tr	9.895	
5. Ter. Jig Tails.	0.287	0.012	0.133	–	96.361	–	3.207	
6. Ter. Jig Conc.	17.247	0.213	0.640	–	6.602	Tr	75.298	

ตัวอย่างจากแพดูดแร่ สุริยัน จันทรา

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
RT – 1	0.002	0.001	0.002	Tr	9.926	–	0.069	
RT – 2	0.002	Tr	0.001	Tr	99.961	–	0.036	
RC – 1	4.319	0.369	0.413	0.219	45.180	–	49.500	
RC – 2	18.682	0.575	2.895	Tr	31.013	–	46.835	
RC – 3	21.423	0.008	0.844	Tr	60.663	–	17.062	
RC – 4	0.778	0.005	0.040	Tr	98.519	–	0.658	
RC – 5	0.138	0.002	0.021	Tr	99.284	–	0.555	
RC – 6	0.020	Tr	0.003	–	99.871	–	0.106	
RC – 1	56.046	0.308	5.185	–	Tr	–	38.461	(1 min, after panning)
RC – 2	21.837	0.479	2.683	Tr	4.584	–	70.417	(1 min, after panning)
RC – 3	2.625	1.325	5.758	0.192	8.508	–	81.500	(1 min, after panning)

ตัวอย่างจากแพลานเททอง

Sample	Percentage of Minerals							
	SnO_2	Rutile	Zircon	Pyrite	Sand	Magnetite	Magnetic Part	Remark
YB – 1	0.009	Tr	0.003	–	99.972	–	0.016	
YB – 2	0.009	Tr	0.004	–	99.965	–	0.022	
YB – 3	63.333	0.189	5.660	–	11.321	–	19.497	
YBT – 1	0.001	Tr	0.002	Tr	99.951	–	0.046	
YBT – 2	0.001	Tr	0.002	Tr	99.978	–	0.019	
YBM – 1	17.625	0.332	3.983	Tr	58.651	–	19.409	
YBC – 3	59.859	0.365	5.819	Tr	10.428	–	23.529	