

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการหยั่งธรณีพิลึกส์กับลักษณะปรากฏทางศิลาของหมวดหินลานกระบือ
ในแหล่งน้ำมันสิริกิติ์ บริเวณแอ่งพิบูลย์โลก ประเทศไทย



นางสาว รุจรี วนาพิศาล

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาธรณีวิทยา ภาควิชาธรณีวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

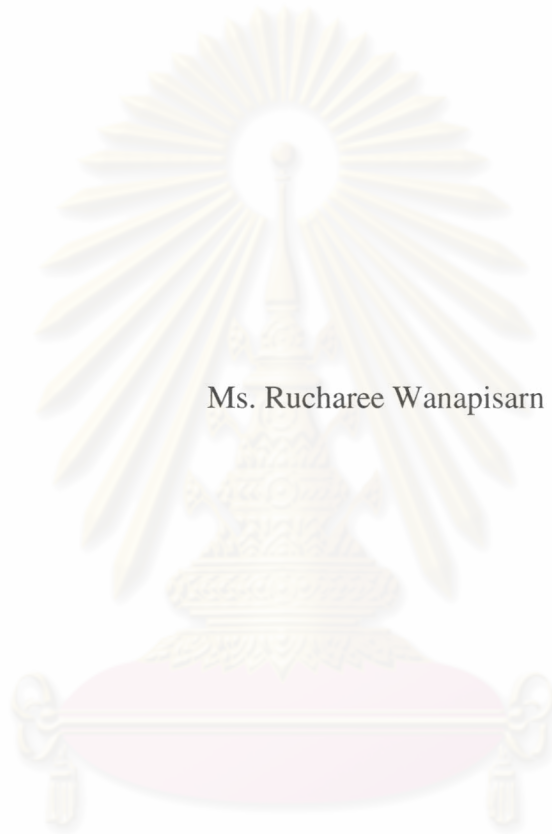
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-2060-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

121040478

RELATIONSHIP BETWEEN GEOPHYSICAL LOG CHARACTERISTICS AND
LITHOFACIES OF THE LAN KRABU FORMATION, SIRIKIT OIL FIELD,
PHITSANULOK BASIN, THAILAND



Ms. Rucharee Wanapisarn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Geology

Department of Geology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2002
ISBN 974-17-2060-2

Thesis Title Relationship between Geophysical Log Characteristics and Lithofacies of the Lan Krabu Formation, Sirikit Oil Field, Phitsanulok Basin, Thailand

By Ms. Rucharee Wanapisarn

Field of study Geology

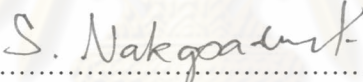
Thesis Advisor Chakkaphan Sutthirat, Ph.D.

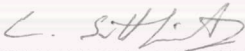
Thesis Co-advisor Associate Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fullfillment of the Requirements for the Master 's Degree


..... Dean of Faculty of Science
(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)


THESIS COMMITTEE


..... Chairman
(Assistant Professor Somchai Nakapadungrat, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Chakkaphan Sutthirat, Ph.D.)


..... Thesis Co-advisor
(Associate Professor Chaiyudh Khantaprab, Ph.D.)


..... Member
(Associate Professor Visut Pisutha-arnond, Ph.D.)


..... Member
(Kasana Soonthornsaratul, Ph.D.)

รุจรี วนาพิศาล : ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการหยั่งธรณีฟิสิกส์กับลักษณะปรากฏทางศิลาของหมวดหินลานกระบือ ในแหล่งน้ำมันสิริกิต์ บริเวณแอ่งพิบูลย์โลก ประเทศไทย (RELATIONSHIP BETWEEN GEOPHYSICAL LOG CHARACTERISTICS AND LITHOFACIES OF THE LAN KRABU FORMATION, SIRIKIT OIL FIELD, PHITSANULOK BASIN, THAILAND) อ. ที่ปรึกษา :
 ดร. จักรพันธ์ สุทธิรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม รศ.ดร.ชัยยุทธ จันทร์ปราบ, 143 หน้า. ISBN 974-17-2060-2

แหล่งน้ำมันสิริกิต์ตั้งอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือเป็นระยะทางประมาณ 400 กิโลเมตร แหล่งน้ำมันนี้ตั้งอยู่ในแอ่งพิบูลย์โลกซึ่งเป็นแอ่งสะสมตะกอนที่สำคัญของช่วงเวลาโอลิโกซีนที่เกิดจากลักษณะโครงสร้างแบบแยกตัวบนหินมหาอุกมีโซโซอิก โดยน้ำมันที่พบจะสะสมตัวอยู่ในหินทรายของหมวดหินลานกระบือที่มีอายุช่วงไมโอซีน

ปัจจุบันนี้ยังคงมีการสำรวจทางธรณีวิทยาได้ผิวดิน แต่การเก็บแท่งหินตัวอย่างมีปริมาณลดน้อยลง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ดังนั้นจึงไม่ได้มีการศึกษาลักษณะปรากฏทางศิลาจากแท่งหินตัวอย่างในระหว่างนั้น การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์และลักษณะปรากฏทางศิลาของหมวดหินลานกระบือ ผลการศึกษาครั้งนี้นำไปสู่การบ่งชี้ลักษณะปรากฏทางศิลาโดยใช้ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลแท่งหินตัวอย่างจากหลุมเจาะจำนวนสิบสามหลุมเจาะเป็นข้อมูลพื้นฐาน จากผลการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการแปลความหมายข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ออกเป็น 4 ขั้นตอนสำคัญคือ ศึกษารูปร่างของข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ชนิดแกมมาเรย์ ศึกษาค่าของข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ กำหนดชั้นหินหลักที่มีลักษณะเด่น และเทียบเคียงความสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏทางศิลาในแนวดิ่ง ขั้นตอนการศึกษาดังที่ได้กล่าวมาได้นำไปทดสอบกับข้อมูลสองประเภท (ได้แก่ หลุมเจาะที่มีข้อมูลลักษณะปรากฏทางศิลา และหลุมเจาะที่ไม่มีข้อมูลลักษณะปรากฏทางศิลา)

ผลจากการทดสอบปรากฏว่าวิธีการที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ ถึงแม้ว่าลักษณะปรากฏทางศิลาบางประเภทจะไม่สามารถตรวจพบได้ โดยปกติแล้วลักษณะปรากฏทางศิลาที่ไม่สามารถตรวจพบจะมีลักษณะเป็นชั้นหินบาง มีความหนาเฉลี่ยน้อยกว่า 30 เซนติเมตร ดังนั้นวิธีการศึกษาดังกล่าวจึงมีข้อจำกัดที่ความหนาของลักษณะปรากฏทางศิลา นอกจากนี้ อินทรีย์วัตถุยังมีผลต่อการวัดค่าของข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นหินทรายที่บาง ข้อมูลการหยั่งธรณีที่มีความละเอียดสูงหรือระบบประมวลผลประสิทธิภาพสูงจึงถูกแนะนำสำหรับการใช้บ่งชี้และอธิบายลักษณะต่างๆในชั้นหินที่บาง

ภาควิชา.....ธรณีวิทยา.....ลายมือชื่อ.....
 สาขาวิชา.....ธรณีวิทยา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา.....2545.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4372513923 : MAJOR GEOLOGY

KEY WORD: CORE / GEOPHYSICAL LOGS / LAN KRABU FORMATION / LITHOFACIES / PHITSANULOK BASIN

RUCHAREE WANAPISARN : RELATIONSHIP BETWEEN GEOPHYSICAL LOG CHARACTERISTICS AND LITHOFACIES OF THE LAN KRABU FORMATION, SIRIKIT OIL FIELD, PHITSANULOK BASIN, THAILAND. THESIS ADVISOR: CHAKKAPHAN SUTTHIRAT, Ph.D., ASSOCIATE PROFESSOR CHAIYUDH KHANTAPRAB, Ph.D., 143 pp. ISBN 974-17-2060-2

Sirikit oil field is situated about 400 km north of Bangkok. This field is in the Phitsanulok basin, which appears to have been constructed by major Oligocene extensional structures overlying Mesozoic basement. Oil has been stored in sandstone reservoir of the Miocene Lan Krabu Formation.

Recently, subsurface exploration in this area is still active, but core sampling is declining due to high cost of operation. Consequently, core lithofacies have not been investigated during this period. The main objective of this study is to assess the relationship between geophysical logs and core lithofacies in the Lan Krabu Formation. Therefore, this leads to the establishment of criteria to interpret lithofacies using geophysical logs data. Thirteen wells with core samples are employed as database for calibration. A generalized method is then carried out; it consists of four significant steps: recognizing gamma ray log shape; investigating geophysical log values; selecting key bed; and constructing vertical relationship of various lithofacies. Hence, most lithofacies are identified. This application is verified using two sets of data (e.g. well with known lithofacies and well with unknown lithofacies).

Testing result reveals reasonable achievement, although a few lithofacies could not be detected. The undetectable lithofacies commonly occur as thin layers with approximately less than 30 cm thick. Therefore, the application is conclusively restricted by thickness of some lithofacies. In addition, organic material is a crucial assemblage effecting geophysical log record especially the gamma ray log, particular in thin-bedded sandstone. Higher-resolution log or high-performance computing system are recommended to identify and describe small-scale details such as thin-beds.

DepartmentGeology..... Student's signature.....
 Field of study Geology..... Advisor's signature.....
 Academic year..... 405 1 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is indebted to her advisors Dr. Chakkaphan Sutthirat and Associate Professor Dr. Chaiyudh Khantaprab for their guidance in all aspects of this work, reading manuscripts and valuable discussion.

Grateful acknowledgement is extended to Thai Shell Exploration and Production Company for permission to study data, and particularly to Mr. Tony Coltart for his advice, comment and valuable time. Special thanks is given to Mr. Chayuth Senglomlert for preparing all figures in this report. This thesis could not be completed without help and encouragement of Mr. Srestha Chaturabul throughout the preparation of this manuscript.

Finally, the author would also like to take this opportunity to thank all people who have supported during this study.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENT

	Page
ABSTRACT IN THAI	iv
ABSTRACT IN ENGLISH.....	v
ACKNOWLEDEMENTS	vi
CONTENTS	vii
LIST OF FIGURES.....	ix
LIST OF TABLES	xii
LEGEND	xiii
LOGGING TOOL MNEMONICS.....	xiv
MISCELLANEOUS MNEMONICS	xiv
CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 General Statement	1
1.2 Objective	4
1.3 Methodology	4
CHAPTER II GEOLOGY OF THE PHITSANULOK BASIN.....	6
2.1 Introduction	6
2.2 Structural Setting.....	6
2.3 Basin Evolution	8
2.4 Stratigraphy	12
2.5 Sedimentary Transportation	14
2.6 Depositional Environment.....	14
2.7 Lan Krabu Formation	16
2.8 Lan Krabu Reservoir Geometry	18
CHAPTER III LITHOFACIES DESCRIPTION FROM CORE SAMPLES ..	22
3.1 Introduction	22
3.2 Lithofacies	22
3.3 Lithofacies Description	24

CONTENT (Cont.)

	Page
CHAPTER IV APPLICATION OF GEOPHYSICAL LOGS FOR LITHOFACIES ANALYSIS	37
4.1 Introduction	37
4.2 Geophysical Log Values	39
4.3 Markov's Chain Analysis.....	46
4.4 Gamma ray Log Shape.....	48
4.5 Lithofacies Diagram.....	52
4.6 Application.....	52
4.7 Hypothesis Testing of Application.....	52
 CHAPTER V DISCUSSION AND CONCLUSIONS.....	 73
REFERENCES.....	76
APPENDICES.....	80
APPENDIX A	81
APPENDIX B	109
APPENDIX C	118
APPENDIX D	132
BIOGRAPHY.....	143

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Map of Thailand showing location of the study area, Sirikit oil field in the Phitsanulok basin, northern Thailand.....	5
2.1 Structural framework of the Phitsanulok basin (Mäkel et al., 1997).....	7
2.2 Structural model of Phitsanulok basin phase I and Phase II (Mäkel et al., 1997).....	10
2.3 Structure model of Phitsanulok basin phase III and Phase IV (Mäkel et al., 1997).....	11
2.4 Stratigraphic column of sedimentary sequences in the Phitsanulok basin in correlation with regional tectonic events (Mäkel et al., 1997)	13
2.5 Schematic models of directional sediment transport in the ancient Phitsanulok lake, containing cycles of high lake level (a) and low lake level (b) (Mäkel et al., 1997).....	15
2.6 Schematic Tertiary chronostratigraphy of the Phitsanulok basin (Mäkel et al., 1997).....	17
2.7 Depositional elements and architecture of Lake Phitsanulok reviewing fluviially dominated deltaic complex (Mäkel et al., 1997).....	21
3.1 Greenish-grey mottled claystones of well LKU-E02 between depths of 2058.50 and 2060.8 meters, are representative of lithofacies C1.....	25
3.2 Representative of lithofacies C2 (sample LKU-C01 at depths between 1884.40 and 1884.83 meters) shows dark grey color with lamination.....	26
3.3 Sample LKU-A01 at depths of 1539.12 and 1540.02 meters of lithofacies C3 presents brown liminated claystone	27
3.4 Lithofacies CS shows interlaminated and interbedded with light grey sandstone and siltstone (sample LKU-W02 at depths between 2044.35 and 2046.60 meters).....	28
3.5 Sample LKU-B01 at depths between 1786.66 and 1786.76 meters, predominated by poorly sorted dark-green pelletal siltstone, representative of lithofacies P	30

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure	Page
3.6	Representative of lithofacies SC (sample LKU-E02 at depths of 2057.23 and 2057.32 meters) shows shell coquina; which contains of broken gastropod and bivalve shell materials mixed with fish fragments .. 31
3.7	Well sorted, fine-grained sandstone, representative of lithofacies S1 (sample LKU-F01 between depths of 1898.25 and 1900.67 meters)..... 32
3.8	Representative of lithofacies S2 (sample LKU-A01 at depths between 1650.10 and 1651.59 meters) contains fine-to medium grained sandstone 33
3.9	Lithofacies S3 shows yellowish-grey, fine-grained sandstone (sample LKU-A01 between depths of 1518.05 and 1518.82 meters)..... 35
3.10	Brownish-grey sandstone with convolute bedding, sample LKU-A01 at depths of 1523.27 to 1523.93 meters), is representative of lithofacies S4. 36
4.1	The normal distribution shows the three measures of central tendency are of identical value 42
4.2	Funnel shape of gamma ray log reveals increasing of gamma ray values from top to bottom; this is related to lacustrine-deltaic facies..... 49
4.3	Bell shape of gamma ray log presents decreasing of gamma ray values from top to bottom; this is related to channel floodplain facies..... 49
4.4	Lacustrine-deltaic lithofacies succession diagram 51
4.5	Channel-floodplain lithofacies succession diagram 51
4.6	The visible characters of gamma ray log in well LKU-C01 presents a funnel shape. This log shape is reasonably related to lacustrine-deltaic facies association 54
4.7	A couple of bell shapes of gamma ray log in well LKU-G01 presumably indicate channel-floodplain facies association..... 55
4.8	Gamma ray log shapes (both bell shape and funnel shape) and lithofacies interpretation for core no.1 and 2 from well LKU-E17..... 58

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure		Page
4.9	Bell shape of gamma ray log and lithofacies interpretation for core no.3 from well LKU-E17.....	59
4.10	Description sheets of core no. 1, 2 and 3 in comparison with lithofacies interpretation from geophysical logs. Symbol + and - indicate the interval; which is added and subtracted from geophysical log depth respectively .	60



ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

Table	Page
2.1 Geometrical size and sand column of reservoir body estimated from width and thickness of the formation (Mäkel et al., 1997)	20
2.2 Current geometries of reservoir body yielded by modeling as presented in Figure 2.7 (Mäkel et al., 1997).	20
3.1 Description and sub-environment of lithofacies scheme of the Lan Krabu Formation (after Knipscheer, 1997)	23
4.1 List of available core samples and their information (Lithofacies of these samples are described in Appendix A).....	40
4.2 Summary of mean values extracted from geophysical log data of each lithofacies	44
4.3 Lithofacies groups organized using gamma ray log value	44
4.4 Results of Markov's chain analysis indicating frequencies of lithofacies in the first column overling lithofacies in the top row; bold numbers present highest frequency	47
4.5 Appropriate methodology for lithofacies interpretation using geophysical logs. (√ : significant method).....	72


 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOGGING TOOL MNEMONICS

GR	Gamma ray log
RHOBC	Density log
CNL01, NPHI	Neutron log
DT	Sonic log
COR_FAC	Lithofacies interpretation from core

MISCELLANEOUS MNEMONICS

RFT	Repeat Formation Testing
API	American Petroleum Institute
SSTVD	True Vertical Sub-Sea Depth
MD	Measure Depth

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LEGEND

Symbol	Name of lithofacies
C1	Lithofacies C1
C2	Lithofacies C2
C3	Lithofacies C3
CS	Lithofacies CS
P	Lithofacies P
SC	Lithofacies SC
S1	Lithofacies S1
S2	Lithofacies S2
S3	Lithofacies S3
S4	Lithofacies S4