

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการทรัพยากรแร่และสิ่งแวดล้อม
:กรณีศึกษา แหล่งแร่สังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

นางสาว ปิยะรัตน์ เก้าวิชากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

492262

Thesis Title GIS APPLICATION FOR MINERAL RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: CASE STUDY ON ZINC DEPOSIT, MAE SOT DISTRICT, TAK PROVINCE


By Miss Piyarat Kaowichakorn

Field of Study Environmental Management

Thesis Advisor Assistant Professor Chakkaphan Sutthirat, Ph.D.

Thesis Co-advisor Chantra Tongcumpou, Ph.D.

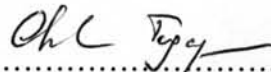
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

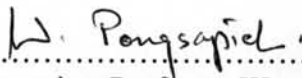
..... Dean of the Graduate School
(Assistant Professor M.R. Kalaya Tingsabadh, Ph.D.)

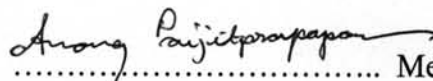
THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Manaskorn Rachakornkij, Ph.D.)

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

..... Thesis Co-Advisor
(Chantra Tongcumpou, Ph.D.)

..... Member
(Associate Professor Wasant Pongsapich, Ph.D.)

..... Member
(Anong Paijitprapapon)

ปิยะรัตน์ แก้ววิชาการ: การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการทรัพยากรแร่และ
สิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาแหล่งแร่สังกะสี อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก. (GIS APPLICATION FOR
MINERAL RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: CASE
STUDY ON ZINC DEPOSIT, MAE SOT DISTRICT, TAK PROVINCE) อ. ที่ปรึกษา:
ผศ.ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม: ดร. จันทรา ทองคำภา 99 หน้า.

จากการที่สถาบันการจัดการทรัพยากรน้ำนานาชาติ ร่วมกับกรมวิชาการเกษตร ได้นำเสนอผล
การศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมในดินและพืชผลการเกษตรบริเวณลุ่มน้ำแม่สวด อ.แม่สวด จ.ตาก ที่
ทำการศึกษาในระหว่างปี พ.ศ. 2544 -2546 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าในดินและเมล็ดข้าวในพื้นที่เกษตรกรรมลุ่ม
แม่สวด อ.แม่สวด จ.ตาก มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับสูง จากการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าทำให้
ปัญหาการปนเปื้อนสารแคดเมียมพื้นที่ดังกล่าวกลายเป็นปัญหาสำคัญที่อยู่ในความสนใจของสังคม และ
จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน พื้นที่ อ.แม่สวด จ.ตาก นอกจากจะเป็นแหล่งปลูกข้าวหอมมะลิที่มี
ชื่อเสียงแล้วยังมีแหล่งแร่สังกะสีตั้งอยู่ด้วย ดังนั้นการฟื้นฟูพื้นที่การเกษตรที่ถูกปนเปื้อนไปพร้อมๆกับการ
ดำเนินการทำเหมืองต่อไปโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบซึ่งกันและกันจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง ด้วยเหตุนี้การนำ
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงคุณภาพ และ
ข้อมูลในเชิงปริมาณที่เชื่อมโยงกับตำแหน่งภูมิศาสตร์บนพื้นโลก จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการ
ตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจน และ
ช่วยให้การวางแผนการจัดการ และติดตามประเมินผลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เป้าหมายของการนำระบบ
สารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์และประเมินพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมียมและนำไปสู่
แนวทางในการจัดการพื้นที่ดังกล่าวอย่างเหมาะสม ข้อมูลที่รวบรวมนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ผลการ
วิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม และสังกะสีในตัวอย่างดิน และตะกอนท้องน้ำ ข้อมูลด้านกายภาพของพื้นที่ศึกษา
เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน
เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้มีการแปลความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำการบันทึกต่างช่วงเวลาขึ้นเพื่อศึกษา
ถึงการเปลี่ยนแปลงของการสะสมตัวของตะกอน และการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกด้วย จากผลการศึกษาสามารถ
ระบุสาเหตุของการปนเปื้อนได้ 2 สาเหตุหลัก สาเหตุที่หนึ่ง คือแหล่งแร่สังกะสี ที่มีการดำเนินการของเหมืองแร่
สังกะสีซึ่งเสมือนเป็นตัวช่วยเร่งให้เกิดการกระจายตัวของแคดเมียมและนำไปสู่การปนเปื้อนในพื้นที่ราบลุ่ม
สาเหตุของการปนเปื้อนอีกสาเหตุหนึ่ง ได้แก่ การกัดกร่อนตามธรรมชาติของดิน หรือหินในพื้นที่ นอกจากนี้
กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำการเพาะปลูก การบุกเบิกพื้นที่ป่า ซึ่งก่อให้เกิดการพังทลายของหน้าดิน ก็จัดเป็น
สาเหตุหนึ่งที่สำคัญของการปนเปื้อนด้วยเช่นกัน การสะสมตัวของตะกอนเกิดจากการพัดพาตะกอนไปตามลำน้ำ
จากพื้นที่สูงทางฝั่งตะวันออกของ อ.แม่สวดไปสะสมที่พื้นที่ราบทางฝั่งตะวันตก ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงได้
เสนอแนะแนวทางในการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนโลหะหนักเพื่อลดอันตรายและความเสี่ยงจากการปนเปื้อน

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต.....ปิยะรัตน์.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4789479520: MAJOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

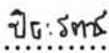
KEY WORD: ZINC DEPOSIT / CADMIUM / GIS


PIYARAT KAOWICHAKORN: GIS APPLICATION FOR MINERAL RESOURCE AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT: CASE STUDY ON ZINC DEPOSIT, MAE SOT DISTRICT, TAK PROVINCE. THESIS ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR CHAKKAPHAN SUTTHIRAT, Ph.D., THESIS COADVISOR: CHANTRA TONGCUMPOU, Ph.D., 99 pp.


The International Water Management Institute (IWMI) and the Thai Department of Agriculture (DOA) had conducted a research on cadmium contamination in soils and rice grains from a small agricultural area of Mae Sot District, Tak Province during 2001-2003. Their chemical analyses of cultivated soil along the south of Mae Tao creek located in the drainage system surrounding the vicinity of zinc potential area reveal significantly high levels of cadmium contamination. This site has become a cadmium contaminated area that directly impacts the environment and human health in Mae Sot area. This region has been well known as a high-quality jasmine rice producing area; in addition, it is partly occupied by the economic zinc deposit, named Padaeng. Therefore, to remediate the agriculture area and also to maintain the zinc ore economic value without or less impact to the area is necessary. Consequently, Geographic Information System (GIS) has been considered as a tool for approaching this aspect. The goal of a GIS application is to gather all data, both spatial and attribute, before transform them, through overlying and analytical operations, which can support the decision-making process. Data which was taken into account include chemical data of soil, stream sediment, and other regional information such as topography, geologic structure, landuse and rainfall data. Moreover, satellite images taken in a few different periods were interpreted to explain the changes of sedimentation and landuse. The results of the study indicate source of contamination in Mae Sot District that could be divided into 2 major types. The first major source of cadmium contamination may be from the zinc deposit and anthropogenic activities particularly zinc mines that are suspected to be the activation for cadmium distribution and hence contaminated in the lowland area. The second source of the contamination is a cultivation and natural weathering of soil and rock. Moreover, human activities such as deforestation and cultivation which can cause the erosion might be a major source as well. The transportation of the sediment from the zinc deposit area and from the high erosion area is occurred by runoff which usually flows from the east highland of Mae Sot catchments to the west floodplain area. As a result, a few mitigation and remediation plan for the rehabilitation of the study area are then designed.

Field of study: Environmental Management

Academic year 2006

Student's signature..... 

Advisor's signature..... 

Co-advisor's signature.. 

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I would like to acknowledge the National Research Center for Environmental and Hazardous Waste Management and International Postgraduate Programs in Environmental Management (Hazardous Waste Management), Graduate School of Chulalongkorn University for enabling me to develop my knowledge and skills in the field of Environmental Management.

This thesis would never be completed without the assistance of the following contributors. My deepest sincere gratitude to my advisor, Asst. Prof. Dr. Chakkaphan Sutthirat (Department of geology, Faculty of science, Chulalongkorn University) and my co-advisor, Dr. Chantra Tongcumpou (Environmental Research Institute and National Research Center of Environmental and Hazardous Waste Management) for their patience, willingness, suggestions, encouragement, and guidance through the completion of this thesis. My sincerely are also given to the Chairman of the thesis committee, Dr. Manaskorn Rachakornkij and the thesis committee member, Assoc. Prof. Dr. Wasant Pongsapich, and Mrs. Anong Paijitprapapon.

My thanks are also dedicated to Mr. Supawat Bunyut (Land Development Department) for his suggestions and all valuable databases and information. I would like to extend special thanks to Miss Parada Maneewong and Miss Siriluk Janpho for their friendship and support throughout the field study. Thanks are also given to my friends in environmental management program.

Finally, I would like to express my deepest gratitude to my beloved family for their loves, understanding, encouragement and supports at all times.

TABLE OF CONTENTS

	Page
Abstract (in Thai).....	iv
Abstract (in English).....	v
Acknowledgements.....	vi
Table of Contents.....	vii
List of Tables.....	x
List of Figures.....	xii

CHAPTER

I	INTRODUCTION.....	1
	1.1 Background of the Problem.....	1
	1.2 Objectives of the Study.....	3
	1.3 Scope of the Study.....	3
	1.4 Expected Results.....	3
II	BACKGROUND AND LITERATURE REVIEWS.....	4
	2.1 Study Area.....	4
	2.1.1 Location	4
	2.1.2 Topography and Climate.....	4
	2.1.3 Hydrology.....	8
	2.1.4 Geology and Mineralization.....	8
	2.1.5 Landuse.....	11
	2.2 Geographic Information System (GIS).....	12
	2.2.1 What is GIS?	12
	2.2.2 Benefit of GIS.....	12
	2.2.3 GIS Application.....	13
	2.3 Cadmium (Cd).....	14

CHAPTER	Page
2.4 Zinc (Zn).....	16
2.5 Literature Reviews.....	17
III METHODOLOGY.....	27
3.1 Literature Review and Field Study.....	27
3.2 Data Collection and Preparation.....	27
3.2.1 Spatial Data.....	27
3.2.2 Attribute Data.....	32
3.3 Manipulation and Analysis.....	34
3.3.1 Landuse Change.....	34
3.3.2 Effect of Rainfall and Flooding.....	34
3.3.3 Cadmium and Zinc Distribution in Soil.....	35
3.3.4 Cadmium and Zinc Distribution in Stream Sediment.....	35
3.3.5 Erosion.....	35
3.3.6 Potential Source of Contamination	36
IV RESULTS AND DISCUSSIONS.....	37
4.1 Landuse Change.....	37
4.2 Effect of Rainfall and Flooding.....	41
4.3 Cadmium and Zinc Distribution in Soil.....	48
4.4 Cadmium and Zinc Distribution in Stream Sediment.....	54
4.5 Erosion.....	59
4.6 Potential Source of Contamination	61
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS.....	63
5.1 Conclusions.....	63
5.2 Recommendations.....	64
REFERENCES.....	67

	Page
APPENDICES	70
Appendix A Spatial Data.....	71
Appendix B Attribute Data.....	79
 BIOGRAPHY	 99

LIST OF TABLES

Table	Page
2.1 Chemical properties of cadmium.....	14
2.2 Chemical properties of zinc.....	16
3.1 Spatial data which were collected and prepared for analysis.....	29
3.2 Attribute data which were collected and prepared for analysis.....	33
4.1 Summary of landuse area (Rai) in Mae Sot District, Tak Province within 4 different years. Data of years 1984 and 2000 are from LDD whereas those of 1988 and 1994 are interpreted using Landsat TM5 images.....	38
4.2 Reforestation area and forest area of Mae Sot District, Tak Province in 1988 to 2001.....	39
4.3 Area (Rai and %) of landuse in the year 2000 which had been changed from the forest area in 1984.....	40
4.4 The 21-year back annual rainfalls measured at 4 stations and average rainfall of each station	42
4.5 Monthly and annually rainfall rates measured at Mae Sot station.....	43
4.6 Area (Rai and %) of each landuse type in Mae Sot District on March 13, 1994 and December 10, 1994.....	47
4.7 Cumulative soil samples of Cd concentration.....	50
4.8 Cumulative soil samples of Zn concentration.....	51
4.9 Cumulative stream sediment samples of Cd concentration.....	55
4.10 Cumulative stream sediment samples of Zn concentration.....	56
4.11 Summary of the erosion rate occurring in Mae Sot District, Tak Province	59
B-1 Cd and Zn concentration in stream sediment from the study of Maneewong (2006).....	80
B-2 Cd and Zn concentration in stream sediment from the study of Department of Primary Industries and Mines, DPIM (2006).....	81

Table	Page
B-3 Cd and Zn concentration in soil from the study of Junpho (2006).....	82
B-4 Rainfall data measured at Tak station from Thai Meteorological Department (TMD).....	86
B-5 Rainfall data measured at Mae Sot station from Thai Meteorological Department (TMD).....	89
B-6 Rainfall data measured at Bhumibol Dam station from Thai Meteorological Department (TMD).....	92
B-7 Rainfall data measured at Umphang station from Thai Meteorological Department (TMD).....	95
B-8 Levels of Cd contain in population of Mae Sot District, Tak Province; classified by village (Tak Hospital, 2004).....	98

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1.1 Levels of total cadmium in soil from Mae Tao floodplain, Ban Mae Tao Mai, Mae Sot district, Tak province, reported by IWMI (2003).....	2
1.2 Levels of total cadmium in rice grain from paddy fields around the Mae Tao floodplain, Ban Mae Tao Mai, Mae Sot district, Tak province, reported by IWMI (2003).....	2
2.1 A map showing location and sub-districts of Mae Sot District, Tak Province (Adapted from Land Development Department, LDD).....	5
2.2 A map showing a location of zinc deposit and mine operating area (Adapted from LDD and Department of Mineral Resource, DMR).....	6
2.3 Map shows the topography of Mae Sot District, Tak Province (Adapted from LDD).....	7
2.4 A map showing Mae Moei River, MaeTao Creek, Mae Ku Creek and 7 subcatchments in the study area (Adapted from NRC-EHWM and LDD).....	9
2.5 A map showing a regional geology, rock units and structure around the study area (Adapted from LDD and DMR).....	10
2.6 Paddy fields and cattle fields in the study area.....	11
2.7 A reservoir in the study area.....	11
3.1 Schematic diagram showing of methodology and step of works under this study.....	28
4.1 Comparing areas (Rai) of each landuse in Mae Sot area within 4 different years (data from Table 4.1).....	38
4.2 Superimposed map showing forest areas in 1984 changing into several landuse with different ratios in 2000 (Adapted from LDD).....	40
4.3 Map showing 4 weather stations around Mae Sot District and isohyetal lines constructed covering Mae Sot District and its adjacent area.....	41

Figure	Page
4.4 Graph presents mean annual rainfalls and their deviation bars calculated from data of Mae Sot Station from the years 1988 to 2005.....	44
4.5 Graph presents averages of monthly rainfalls and deviation bars measured at Mae Sot station during 1988 to 2005.....	44
4.6 Map showing isohyetal lines of the year 1994 around Mae Sot District.....	45
4.7 The interpreted-image from Landsat TM5 taken on March 13, 1994 showing landuse of Mae Sot District, Tak Province.....	46
4.8 The interpreted-image from Landsat TM5 taken on December 10, 1994 showing landuse of Mae Sot District, Tak Province.....	46
4.9 Graph presents % area of each landuse type in Mae Sot District on March 13, 1994 and December10, 1994, showing very slightly change in landuse caused by flooding.....	47
4.10 Flooding areas along Mae Tao and Mae Ku creek occurred after the heavy rain in 1994, interpreted from Landsat TM 5 image.....	48
4.11 Histogram and cumulative curve of Cd concentration in soil samples (data from NRC-EHWM, 2005 and Janpho, 2006).....	49
4.12 Histogram and cumulative curve of Zn concentration in soil samples (data from NRC-EHWM, 2005 and Janpho, 2006).....	51
4.13 Soil sample localities and their cadmium distributions (data from NRC-EHWM, 2005 and Janpho, 2006).....	52
4.14 Soil sample localities and their zinc distributions (data from NRC-EHWM, 2005 and Janpho, 2006).....	53
4.15 Histogram and cumulative curve of Cd concentration in stream sediment samples (data from Maneewong, 2006 and DPIM, 2006).....	54
4.16 Histogram and cumulative curve of Zn concentration in stream sediment samples (data from Maneewong, 2006 and DPIM, 2006).....	56
4.17 Stream sediment sample localities and their cadmium concentrations (ppm) (data from Maneewong, 2006 and DPIM, 2006).....	57

Figure	Page
4.18 Stream sediment sample localities and their zinc concentrations (ppm) (data from Maneewong, 2006 and DPIM, 2006).....	58
4.19 Map showing the erosion rate around the study area (Adapted from LDD).....	60
4.20 An overall combination of all related factors in the study area.....	61
A-1 Three satellite images of Landsat 5 taken on different period of time from Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA).....	72
A-2 Figure showing the satellite image of IKONOS covers the study area, taken on 04/02/2003 from GISTDA.....	73
A-3 Topographic maps cover the Mae Sot District of Royal Thai Survey Department (1984).....	74
A-4 A geologic map (a scale of 1:50,000, Map Sheet: 47-14) of Department of Mineral Resources, DMR (1976).....	75
A-5 Two maps showing land use of Mae Sot District, Tak Province in the different year (1984 and 2000) generated from LandPlan program which developed by Land Development Department (LDD).....	76
A-6 A map showing mineral potential area around the study area (DMR, 2001).....	77
A-7 A map showing levels of erosion on Mae Sot District created by ErosView program which developed by LDD.....	78