ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47377

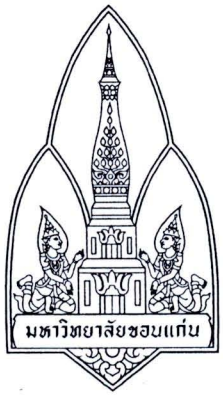
HOUSEHOLD ENERGY UTILIZATION IN COMMUNITIES AT DIFFERENT LEVELS OF URBANIZATION IN NORTHEAST THAILAND: DOES BIOMASS ENERGY CONTINUE TO PLAY AN IMPORTANT ROLE AS RURAL COMMUNITIES BECOME MORE URBANIZED?

MRS. ANALAYA NANSAIOR

A THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
KHON KAEN UNIVERSITY
2010

b00255024

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
E47377



HOUSEHOLD ENERGY UTILIZATION IN COMMUNITIES AT DIFFERENT LEVELS OF URBANIZATION IN NORTHEAST THAILAND: DOES BIOMASS ENERGY CONTINUE TO PLAY AN IMPORTANT ROLE AS RURAL COMMUNITIES BECOME MORE URBANIZED?

MRS. ANALAYA NANSAIOR

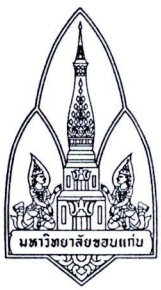
A THESIS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
KHON KAEN UNIVERSITY

2010

HOUSEHOLD ENERGY UTILIZATION IN COMMUNITIES AT DIFFERENT LEVELS OF URBANIZATION IN NORTHEAST THAILAND: DOES BIOMASS ENERGY CONTINUE TO PLAY AN IMPORTANT ROLE AS RURAL COMMUNITIES BECOME MORE URBANIZED?

MRS. ANALAYA NANSAIOR

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN SYSTEMS AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY
2010



THESIS APPROVAL
KHON KAEN UNIVERSITY
FOR
DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN SYSTEMS AGRICULTURE

Thesis Title: Household Energy Utilization in Communities at Different Levels of Urbanization in Northeast Thailand: Does Biomass Energy Continue to Play an Important Role As Rural Communities Become More Urbanized?

Author: Mrs. Analaya Nansaior

Thesis Examination Committee:

Associate Professor Dr. Suwit Laohasiriwong	Chairperson
Professor Dr. Aran Patanothai	Member
Professor Dr. A. Terry Rambo	Member
Associate Professor Dr. Suchint Simaraks	Member
Dr. Nitaya Kijtewachakul	Member

Thesis Advisors:

..... Advisor
(Professor Dr. Aran Patanothai)

..... Co-Advisor
(Professor Dr. A. Terry Rambo)

..... Co-Advisor
(Associate Professor Dr. Suchint Simaraks)

.....	.....
(Associate Professor Dr. Lampang Manmart)	(Associate Professor Dr. Anan Polthanee)
Dean, Graduate School	Dean, Faculty of Agriculture

Copyright of Khon Kaen University

อนาลยา หนานสายออ. 2553. ***การใช้พลังงานในครัวเรือนของชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีระดับความเป็นชุมชนเมืองแตกต่างกัน: พลังงานชีวมวลยังคงมีบทบาทอยู่หรือไม่เมื่อชุมชนชนบทมีความเป็นชุมชนเมืองเพิ่มขึ้น.***
วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรเชิงระบบ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ศ.ดร.อารันต์ พัฒโนทัย,
ศ.ดร.เอ เทอร์รี่ แรมโบ,
รศ.ดร.สุจินต์ สิมารักษ์

บทคัดย่อ

E 47377

เป็นที่เชื่อกันโดยทั่วไปว่า บทบาทของพลังงานชีวมวลจะลดลงและหมดไปในที่สุด เมื่อชุมชนชนบทเปลี่ยนไปเป็นชุมชนเมืองมากขึ้น อย่างไรก็ตาม มีหลักฐานว่ายังมีการใช้พลังงานชีวมวลอยู่มากพอสมควรแม้แต่ในชุมชนเมือง การศึกษามุ่งที่จะศึกษาว่าพลังงานชีวมวลยังคงมีสำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานสำหรับใช้ในครัวเรือนในชุมชนที่มีระดับความเป็นชุมชนเมืองแตกต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงาน (ชีวมวลและไม่ใช่ชีวมวล) ในชุมชนที่มีระดับความเป็นเมืองแตกต่างกันในเชิงปริมาณ สัดส่วนการใช้ และบทบาทหน้าที่ 2) เพื่อหาว่าปัจจัยใดที่ทำให้ครัวเรือนในชุมชนที่มีระดับความเป็นเมืองแตกต่างกันใช้พลังงาน(ชีวมวลและไม่ใช่ชีวมวล)ต่างกัน, 3) เพื่ออธิบายสาเหตุที่ทำให้ชุมชนที่มีระดับความเป็นเมืองแตกต่างกันใช้พลังงาน(ชีวมวลและไม่ใช่ชีวมวล)ต่างกัน และ 4) เพื่อระบุแหล่งที่มาของพลังงานชีวมวลที่ใช้ในครัวเรือนในชุมชนที่มีระดับความเป็นเมืองแตกต่างกัน

การศึกษาได้ดำเนินการในสามหมู่บ้านในจังหวัดขอนแก่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่เลือกมาเป็นตัวแทนของชุมชนชนบท ชุมชนชานเมือง และชุมชนเมือง เก็บข้อมูลการใช้พลังงานในครัวเรือน โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับการสังเกตในพื้นที่ การวัดน้ำหนักและการสัมภาษณ์เชิงลึก จากครัวเรือนที่สุ่มมาร้อยละ 50 ของครัวเรือนในชุมชนชนบท และชุมชนชานเมือง และทุกครัวเรือนในชุมชนเมือง จำนวนครัวเรือนในชุมชนทั้งสาม คือ 130, 93 และ 65 ครัวเรือน ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า โดยเฉลี่ย การใช้พลังงานทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ทั้งปริมาณและสัดส่วนของพลังงานชีวมวลมีค่าลดลง เมื่อชุมชนมีความเป็นเมืองมากขึ้น ปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดต่อครัวเรือนต่อปีในชุมชนชนบทเท่ากับ 46,042 MJ ในชุมชนชานเมืองเท่ากับ

E 47377

52,465 MJ และในชุมชนเมืองเท่ากับ, 55,076 MJ ปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลต่อครัวเรือนต่อปีในชุมชนชนบท ชุมชนชานเมือง และชุมชนเมือง เท่ากับ 21,691, 18,557 และ 5,433 MJ ตามลำดับ โดยสัดส่วนของพลังงานชีวมวลในชุมชนชนบทคิดเป็นร้อยละ 47.1 ลดลงเหลือร้อยละ 34.5 ในชุมชนชานเมือง และเหลือเพียง 9.9 เปอร์เซ็นต์ในชุมชนเมือง ทั้งฟืนและถ่านไม้ส่วนมากใช้เพื่อการประกอบอาหาร และส่วนน้อยใช้ในอุตสาหกรรมในครัวเรือน ขณะที่แก๊สหุงต้ม และไฟฟ้าใช้เพื่อการอยู่อาศัยเพียงอย่างเดียว ส่วนน้ำมันเบนซินและดีเซลใช้ในการขนส่งและบางส่วนใช้ในการเกษตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในครัวเรือน คืออาชีพ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ขนาดพื้นที่เพาะปลูก และระดับรายได้ โดยที่ปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทำให้ไม่สามารแยกอิทธิพลของแต่ละปัจจัยได้ ทั้งนี้อาชีพเป็นปัจจัยเด่นที่สามารถอธิบายความแตกต่างของรูปแบบการใช้พลังงานระหว่างครัวเรือนได้ ครัวเรือนที่มีรายได้ประจำและครัวเรือนที่มีธุรกิจเป็นของตัวเอง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีรายได้สูงกว่าและมีวิถีชีวิตแบบคนเมือง มากกว่า ใช้พลังงานชีวมวลน้อยกว่าครัวเรือนเกษตรและครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง ขณะที่ครัวเรือนเกษตรที่มีสมาชิกมากกว่า มีพื้นที่มากกว่า มีรายได้ต่ำกว่า และดำเนินชีวิตแบบคนชนบท ใช้พลังงานชีวมวลเพื่อการอยู่อาศัยมากกว่าพลังงานไม่ใช่ชีวมวล สำหรับครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่มีรายได้ต่ำ ไม่สามารถดำเนินชีวิตในรูปแบบทันสมัยได้ จึงใช้พลังงานชีวมวลในปริมาณมากเพื่อการอยู่อาศัย แม้จะมีที่ดินที่จะเก็บฟืนได้น้อยก็ตาม

ความแตกต่างในการใช้พลังงานในครัวเรือนระหว่างชุมชนทั้งสาม สะท้อนความแตกต่างของระดับความเป็นชุมชนเมือง และอาชีพหลักของครัวเรือน ในชุมชนนั้น ๆ ในชุมชนชนบท คนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94) ประกอบอาชีพเกษตรกรรมซึ่งใช้พลังงานชีวมวลในสัดส่วนที่สูง ในขณะที่ในชุมชนเมือง คนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพที่มีรายได้ประจำ (ร้อยละ 49) หรือเป็นเจ้าของธุรกิจ (ร้อยละ 26) ซึ่งใช้พลังงานที่ไม่ใช่ชีวมวลมากกว่าพลังงานชีวมวล องค์ประกอบของอาชีพของคนในชุมชนชานเมือง คล้ายกับชุมชนชนบทมากกว่าชุมชนเมือง คือมีครัวเรือนเกษตรกรและครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้าง ที่ยังดำเนินชีวิตแบบคนชนบทและใช้พลังงานชีวมวลเพื่อการอยู่อาศัย อยู่ถึงร้อยละ 85

ครัวเรือนต่าง ๆ ได้ฟืนมาโดยการเก็บ การซื้อ หรือทั้งเก็บและซื้อ คนเมืองส่วนใหญ่มีที่ดินน้อยไม่พอที่จะปลูกต้นไม้ จึงต้องเก็บฟืนจากทั้งพื้นที่สาธารณะหรือพื้นที่ของเพื่อนบ้านที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หรือซื้อฟืนและถ่านจากผู้ผลิตในชนบทในราคาถูก ผู้ที่อาศัยอยู่ในชนบทและชานเมืองอาจจะปลูกต้นไม้ไว้ทำฟืนในที่ดินของตนเอง หรือเก็บกิ่งไม้หรือต้นไม้ตายจากป่า ถ้าครัวเรือนอยู่ติดป่า แต่กฎหมายไม่อนุญาตให้ตัดต้นไม้ที่ยังเป็นอยู่ ครัวเรือนเกษตรส่วนใหญ่เก็บฟืนจากที่ดินตนเอง (ร้อยละ62.7) ในขณะที่ครัวเรือนรับจ้างหาฟืนจากหลายแหล่ง คือ จากที่สาธารณะ (ร้อยละ

E 47377

27.1) ที่ดินของตนเอง (ร้อยละ 16.7) หรือทั้งจากที่สาธารณะและที่ดินของตนเอง (ร้อยละ 16.7) ในชุมชนชนบทและชุมชนชานเมือง ไม่น่ายากที่ครัวเรือนจะผลิตไม้ฟืนให้พอใช้ทั้งปี เพราะความต้องการใช้ไม้ฟืนทั้งปีจะได้จากการปลูกต้นไม้อะไรก็ได้ ที่มีการเจริญเติบโตเทียบเท่ากับการเจริญเติบโตรายปีของต้นยูคาลิปตัสจำนวน 68 ต้นสำหรับชุมชนชนบท และ 59 ต้นสำหรับชุมชนชานเมือง

กรณีศึกษาการได้มาของพลังงานชีวมวลของครัวเรือนที่คัดเลือกมา ยืนยันข้อสรุปข้างต้น โดยแสดงให้เห็นว่า มีครัวเรือนส่วนใหญ่ในชนบทมีการปลูกต้นไม้และจัดการต้นไม้เหล่านั้นให้ได้พลังงานชีวมวลพอใช้ในครัวเรือนตลอดทั้งปีอยู่แล้ว และบางครัวเรือนยังมีเหลือที่สามารถแบ่งปันให้ญาติและเพื่อนบ้านได้อีกด้วย คนในครัวเรือนเหล่านั้นยังบอกว่า ยังมีคนจำนวนมากที่ชอบใช้พลังงานชีวมวลที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในการดำรงชีพมากกว่าการเปลี่ยนไปใช้แก๊สหุงต้ม ยิ่งไปกว่านั้น ถ้าเขาสามารถผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพได้เพียงพอต่อความต้องการของครัวเรือน เขาก็สามารถประหยัดเงินที่ต้องจ่ายในการซื้อเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในการหุงต้ม

เนื่องจากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พลังงานชีวมวลยังจะยังคงมีบทบาทสำคัญในด้านเศรษฐกิจพลังงานของครัวเรือนจำนวนมากต่อไปอีกนาน จึงมีข้อเสนอแนะว่าในการพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อรับมือกับการที่น้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณลดลงและราคาสูงขึ้น รัฐบาลควรให้ความสำคัญมากขึ้นกับการที่จะให้พลังงานชีวมวลที่เป็นแหล่งพลังงานสำหรับครัวเรือน ซึ่งในการวิจัยต่อไปจำเป็นต้องตรวจสอบว่าการจัดหาพลังงานชีวมวลสำหรับครัวเรือนสามารถจัดการได้อย่างยั่งยืนโดยไม่ต้องทำลายป่าไม้

Analaya Nansaior. 2010. **Household Energy Utilization in Communities at Different Levels of Urbanization In Northeast Thailand: Does Biomass Energy Continue to Play an Important Role As Rural Communities Become More Urbanized?** Doctor of Philosophy Thesis in Systems Agriculture, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisors: Professor Dr. Aran Patanothai,
Professor Dr. A. Terry Rambo,
Associate Professor Dr. Suchint Simaraks

ABSTRACT

E 47377

It is generally believed that the role of biomass energy will diminish and even disappear as rural communities become more urbanized. However, there is some evidence that biomass energy consumption is still significant even in urban area. This study aimed to investigate the extent to which biomass energy still plays an important role as a source of energy for household consumption in communities at varying levels of urbanization. The objectives were (1) to compare utilization of energy (biomass and non-biomass) among communities at different levels of urbanization in terms of absolute quantity, relative share and functional roles, (2) to identify factors causing the differences in utilization of energy (biomass and non-biomass) among households in communities at different levels of urbanization, (3) to elucidate the causes for the differences in utilization of energy (biomass and non-biomass) among communities at different levels of urbanization, and (4) to identify the sources of biomass energy utilized by households in the communities at different level of urbanization.

The study was conducted in three villages in Khon Kaen province in Northeast Thailand that were selected to represent the rural, suburban and urban communities. Data were collected on household use of energy using a formal questionnaire survey with field observation, field measurement and in-depth interview. Random samples of 50 percent of households in the rural and suburban communities and all households in the urban community were selected for study. The numbers of sample households were 130, 93 and 65 for the rural, suburban and urban communities, respectively.

E47377

The results showed that on average total household energy consumption increased slightly with urbanization while both the absolute quantity and the relative share of biomass energy used declined with greater urbanization. The absolute quantity of total energy consumed was 46,042 Megajoules per household per year (MJ/hh/yr) in the rural community, 52,465 MJ/hh/yr in the suburban community and 55,076 MJ/hh/yr in the urban community. Biomass energy provided 21,691, 18,557 and 5,433 MJ/hh/yr in the rural, suburban and urban communities, respectively, with its relative share declining from 47.1 % in the rural community to 34.5 % in the suburban one and to only 9.9 % in the urban community. Both firewood and charcoal were used primarily for cooking with a small amount used for home industry, while LPG and electricity were used entirely for living, and gasoline was mostly used for transportation with a small amount used for agriculture. Occupation, size of household, size of cultivated land and income level were found to influence household energy consumption, although these factors are so closely interrelated that their effects are confounded. Occupation appeared to be the dominant factor that could explain the differences in pattern of energy uses among households. The households with regular income and the business owners, which also tend to have higher incomes and follow more urbanized life styles, used less biomass than the agricultural and irregular income households, whereas the agricultural households have larger household sizes, larger land areas and lower incomes, and also follow a rural lifestyle, used more biomass energy for living than non-biomass energy. The irregular income households, which were the poorest and could not afford the modern life style, also depended very much on biomass energy for their living, even though they have only small areas of land from which to collect it.

The differences in household energy use among the three communities reflect their different levels of urbanization and the dominant occupations of households in these three communities. In the rural community most (94 %) of households were agricultural households, who use a greater share of biomass energy, whereas the majority of households in the urban community were regular income households (49 %) and owners of businesses (26 %), who use more modern energy and much less biomass energy. The composition of occupations of households in the suburban community was more like the rural community than the urban one with agricultural

E 47377

households and irregular income households, which continue to follow a rural life style and use mostly biomass as the source of energy for their living, accounting for 85 % of households.

Households acquire fuelwood for biomass energy by collecting it, purchasing it, or both collecting and purchasing it. Most urban people lack sufficient land to grow their own wood so either have to collect it from public land or unused lots of neighbors or purchase firewood and charcoal from rural producers at a cheap price. Rural and suburban villagers can either grow fuelwood on their own land or, if their houses are located close to the forest, are able to freely collect dead branches there but are prohibited by law from cutting down living trees. Most agricultural households collected biomass fuel only from their own land (62.7 %), whereas households with irregular incomes obtained firewood from several different sources, including public land (27.1 %), their own land (16.7 %) or both public land and their own land (16.7 %). In the rural and suburban communities, most households appeared to encounter no difficulty in producing sufficient biomass energy to meet their needs since the annual consumption of fuelwood of a typical household could be met by the annual growth increment of 68 Eucalyptus trees for a rural household and only 59 trees for a suburban household.

The case studies of biomass energy acquisition by selected households provided some confirmation of this conclusion by showing that many rural households have already planted trees and managed them to provide biomass energy to meet their own needs, while some of them even had a surplus that could be supplied to their relatives or neighbors. They also indicated that many people prefer to continue using cheap and readily available biomass energy for their living activities rather than switching to LPG. Moreover, if their production of biofuels is sufficient to meet household needs, they can save the money they have to expend to purchase energy used for cooking fuel.

Since in Northeast Thailand biomass energy will continue for the foreseeable future to play an important role in the energy economies of many households, it is recommended that, in developing alternative energy sources to cope with the diminishing supply and high price of fossil fuel, the government should pay more

E47377

attention to biomass as a source of energy for household consumption. Further research, however, is needed to investigate whether the supply of biomass for household uses can be managed in a sustainable manner without further destruction of the forest.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my profound gratitude and appreciation to Prof. Dr. Aran Patanothai, who worked very diligently with me, and to Prof. Dr. A. Terry Rambo and Assoc. Prof. Dr. Suchint Simaraks for helping as my Ph.D. supervisors. Their knowledge has been very valuable to me; it is new knowledge and has been a challenge to learn. They have also provided me with excellent guidance, undying encouragement, and patience during my lengthy study. They motivated me and have looked forward to see my achievements. My sincere thanks also extend to Assoc. Prof. Dr. Suwit Laohasiriwong, who invited me to join this program and served as my supervisor at the beginning and also the chairperson of the examination committee, Dr.Nitaya Kijtewachakul. I would like to express my sincere gratitude to the following faculties — Assoc. Prof. Dr. Viriya, Prof. Dr. Fukui Hayao, Assoc. Prof. Dr. Monchai, Dr. Jirawat, Assoc. Prof. Nongluck, Assoc. Prof. Dr. Patma. The Dean of faculty of Technology, Assoc. Prof. Montree and my co-workers. My great appreciation is given to my friends, Dr.Patarapong, and Kullanart, Kachachok, and Piyanoot who assisted me during the important work. Acknowledgement is also gratefully made to the villagers of Ladna Piang, Nongbua Deemee, and Srijan, for their warm, friendly welcome and their cooperation. My great appreciation is given to my friend, Jantana, who revised partly of my writing, and also to my special friend, Mr. Paul O. Mayer who has always helped me.

It is important to acknowledge with gratitude the supports I received from the "Nansaior" family, and the "Choocheep" family, Mr. Aree. The most important, however, are my lovely son and daughter – Tiewtad and Torfan, during this lengthy study, they have always stayed beside me. They reduced my stress, weariness, and disappointment; they are my power and fulfillment.

Finally, during the long period in my study, I have always kept in my life the Buddha, Buddhist philosophy, and monks. The most special thanks for the teaching of Luangta Maha Boowa Ñanasampanno from Baan Taad Forest Monastery, whose teaching is dependable and whose mottos are recognizable to me. My deepest thanks for love and warmth from the "Sai Dham" family from the beginning to the end of my study, and to Luangphor Tawee Katapunyo who was Associate Professor in statistics from Ramkhamhaeng University. He is like a father to me. Everybody from his family has played a role in completing this dissertation.

Analaya Nansaior

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT (IN THAI)		i
ABSTRACT (IN ENGLISH)		iv
ACKNOWLEDGEMENTS		viii
TABLE OF CONTENTS		ix
LIST OF TABLES		x
LIST OF FIGURES		xiii
LIST OF ABBREVIATIONS		xiv
CHAPTER I	INTRODUCTION	1
CHAPTER II	LITERATURE REVIEWS	11
CHAPTER III	HOUSEHOLD ENERGY UTILIZATION IN COMMUNITIES AT DIFFERENT LEVELS OF URBANIZATION IN NORTHEAST THAILAND	28
CHAPTER IV	BIOMASS ENERGY ACQUISITION OF HOUSEHOLDS IN COMMUNITIES AT DIFFERENT LEVELS OF URBANIZATION IN NORTHEAST THAILAND AND POSSIBLE STRATEGIES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF HOUSEHOLD SOURCES OF FUELWOOD	69
CHAPTER V	GENERAL DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	107
REFERENCES		114

LIST OF TABLES

Page

CHAPTER II

Table 1 Energy values of different sources of energy and conversion factors 12

CHAPTER III

Table 1 Conversion factors used in converting measurements from different energy sources to a standard energy unit (Joule, J). 37

Table 2 Characteristics of the three study communities. 40

Table 3 Percentages of households types for the individual classifications in the three study communities. 41

Table 4 Percentages of sampled households that used different sources of energy in the three study communities. 44

Table 5 Absolute quantity (± standard error) and relative share of biomass and non-biomass energy consumption per household and per person in communities with different levels of urbanization. 46

Table 6 Frequency distribution of households at different levels of energy consumption in the three study communities. 49

Table 7 Average energy consumption (± standard error) (MJ./hh/yr) by activity over the three study communities. 50

Table 8 Average energy consumption (± standard error) (MJ/hh/yr) and relative share by activity and source in rural, suburban and urban communities. 53

Table 9 Average energy consumption (MJ/hh/yr) and relative share (%) by source for the different occupations of the sampled households in the three study communities. 56

LIST OF TABLES (Cont.)

		Page
Table 10	Average energy consumption (MJ/hh/yr) and relative share (%) by source for the households with different size of operating land in the three study communities.	57
Table 11	Average energy consumption (MJ/hh/yr) and relative share (%) by source for households of different sizes in the three study communities.	58
Table 12	Average energy consumption (MJ/hh/yr) and relative share (%) by source for households with different levels of income in the three study communities.	59
CHAPTER IV		
Table 1	Characteristics of the three study communities.	76
Table 2	Percentages of households types for the individual classifications in the three study communities.	79
Table 3	Percentages of sampled households that used different sources of energy in the three study communities.	80
Table 4	Numbers and percentages of households at different levels of biomass energy share (% of total household energy consumption) for different occupations in the rural, suburban and urban communities.	83
Table 5	Numbers and percentages of households that acquired biomass in different ways for the individual levels of the share of biomass energy (% of total household energy consumption) in the rural, suburban and urban communities.	87
Table 6	Numbers and percentages of households that acquired biomass in different ways for the individual occupations in the rural, suburban and urban communities.	88

LIST OF TABLES (Cont.)

		Page
Table 7	Numbers and percentages of households that acquired biomass in different ways for Agriculture and Irregular income.	89
Table 8	Numbers and percentages of households that acquired biomass in different ways for three communities.	90
Table 9	Summary of characteristics of case study households.	99

LIST OF FIGURES

Page

CHAPTER I

Figure 1 Conceptual framework for the study of household energy utilization in communities at different levels of urbanization. 9

Figure 2 Conceptual framework for biomass energy acquisition of households in communities with different levels of urbanization. 10

CHAPTER III

Figure 1 Conceptual framework for the study of household energy utilization in communities at different levels of urbanization. 32

Figure 2 Positions of the three study communities along the rural-urban continuum. 34

Figure 3 Aerial photographs of the three study communities. 39

Figure 4 Distribution of biomass and non-biomass energy consumption of households in rural, suburban and urban communities. 47

CHAPTER IV

Figure 1 Conceptual framework for biomass energy acquisition of households in communities with different levels of urbanization. 74

Figure 2 The share of biomass energy in the total household energy of households in the rural, suburban and urban communities. 82

Figure 3 Potential of households in the rural village that own much more land than the needs 86

LIST OF ABBREVIATIONS

toe	tonne of oil equivalent
mtoe	Million Tonnes of Oil Equivalent
LPG	Liquefied Petroleum Gas
kcal	Kilocalorie
MJ	Mega joules
cu.m.	cubic metre
kW h	kilowatt hour
MJ/hh/yr	Megajoules per household per year
MJ/ person/yr	Megajoules per person per year