การศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

นายสงวน ตั้งโพธิธรรม

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-567-200-9

AN INVESTIGATION OF ENERGY UTILIZATION AND ENERGY SAVING IN TEXTILE INDUSTRY

Mr. Sanguan Taungbodhitham

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

Thesis Title An Investigation of Energy Utilization and Energy Saving in Textile Industry

By Mr. Sanguan Taungbodhitham

Department Industrial Engineering

Thesis Advisors Associate Professor Dr. Sirichan Tongprasert

Associate Professor Tawee Vechaphutti

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

Thavorn Vajrabhaya .... Dean of Graduate School

(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

......................................Chairman

(Associate Professor Vanchai Rijiravanich, Ph.D.)

Sirichan Tongprasert ....Thesis Advisor

(Associate Professor Sirichan Tongprasert, Ph.D)

Tawee Vechaphutti ....Member

(Associate Professor Tawee Vechaphutti)

......................................Member

(Assistant Professor Suthas Ratanakuakangwan)

Chaiya Chamchoy ....Member

(Mr. Chaiya Chamchoy)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการใช้และการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ชื่อนิสิต นายสงวน ตั้งโพธิธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ทวี เวชพฤติ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2529

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาการใช้พลังงานและหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงานในโรงงานตัวอย่าง

การวิจัยเริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้องกับพลังงานที่ใช้และผลผลิตที่ได้ เพื่อดูแนวโน้มของการใช้พลังงาน อันดับต่อมาได้ศึกษาสภาพการบริหารพลังงานที่เป็นอยู่และได้เสนอให้จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อการประหยัดพลังงานโดยมี "ผู้จัดการพลังงาน" ที่ทำงานเต็มเวลาเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงในการประสานงานและดำเนินโครงการ นอกจากนี้ ได้วิเคราะห์ระบบพลังงานของโรงงานโดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ภาค คือ ภาคไฟฟ้าเน้นเรื่องเส้นกราฟของโหลด, ระบบแสงสว่าง, และระบบปรับอากาศ และภาคความร้อน เน้นเรื่องประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ

จากการศึกษาได้พบแนวทางที่สามารถประหยัดพลังงานในระบบต่าง ๆ พลังงานที่ประหยัดได้มีค่าประมาณ 10 เปอร์เซนต์ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางประหยัดพลังงานเหล่านี้มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น

การประหยัดพลังงานสำหรับโรงงานนี้ยังมีช่องทางที่สามารถทำได้อีก จุดที่น่าสนใจ ได้แก่ การลดของเสียในกระบวนการผลิต, การเลิกใช้ระบบอุปกรณ์ที่ล้าสมัยและใช้พลังงานมาก, การเลือกสภาวะ (อุณหภูมิ, ความดัน, เวลา, ฯลฯ) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละขั้นตอนของกรรมวิธีการผลิต, และการลงทุนใช้เทคโนโลยีใหม่ในกระบวนการผลิต

Thesis Title An Investigation of Energy Utilization and Energy Saving in Textile Industry

Name Mr. Sanguan Taungbodhitham

Thesis Advisors Associate Professor Dr. Sirichan Tongprasert

Associate Professor Tawee Vechaphutti

Department Industrial Engineering

Academic Year 1986

ABSTRACT

This thesis investigated the energy utilization in a selected plant and identified the energy conservation opportunities (ECOs) existing throughout the factory system.

In the first phase of this study, historical data concerning energy and production capacity were collected and analyzed to determine the trend of energy consumption. The current status of energy management was then investigated and it was found that an energy conservation committee, with a full-time "energy manager" responsible for energy matter of the plant, is necessary to handle the energy program. Finally, the energy system was categorized for detailed study, into two (2) major sections. The electrical section emphasized the load curve, the lighting system, and the air-conditioning system. The thermal section emphasized the combustion efficiency and steam utilization.

According to the study, the ECOs were identified for each energy consuming system. The amount of energy savings that can be anticipated by the opportunities that were found could result in a reduction of

almost ten (10) percent of the total energy required by the entire plant. The economic analysis indicated that investment for these energy saving measures can be recovered within a short period of time.

Additional energy savings is possible for this plant. The challenging ECOs worth studying include reduction of waste material and defective products, elimination of the inefficient obsolete equipment that consumes a great amount of energy, optimization of processing conditions, and investment on modern technology for the manufacturing process.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his sincerest gratitude to his advisor, Associate Professor Dr. Sirichan Tongprasert and his co-advisor, Associate Professor Tawee Vechaphutti for their suggestions, advice and encouragement throughout the course of this study; to instructor Chaiya Chamchoy for his suggestions and comments on the electrical part of the research; to Assistant Professor Suchai Sasivimonbhand for his suggestions on the thermal part; to Associate Professor Dr. Vanchai Rijiravanich and Assistant Professor Suthas Ratanakuakangwan for their kind serving as members of his thesis committee; to Mr. Kasem Aphinanthakul of the Grim Carrier Co., Ltd. and Mr. Andrew S. Lim of the B. Grimm & Co. R.O.P. for their assistances in the calculations of the air conditioning system; and to Mr. Robert Twombly for his kind correcting the English grammar of the report.

The author is grateful and indebted to the management of the selected factory for their kind permission for the author to carry out the study in their factory. Thanks are extended to the production manager, Mr. Yongyut Rungrojanapanichakul; to an electrician, Mr. Somporn; and to all other personnel of the factory for their special assistance in some ways at the stages of data collection.

The author acknowledges with deep appreciation the Technological Promotion Association (Thai-Japan) and the Energy Research and Training Center of Chulalongkorn University for their kind permission for the author to attend their organized training courses and for their provision of some portable measuring instruments necessary for energy auditing.

Finally, to the author's parents who have always been his inspiration, the author is immeasurably indebted to them. This research is dedicated to them all.

CONTENTS

CONTENTS

CONTENTS

LIST OF TABLES

Table | Page

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF ABBREVIATIONS

A	Area, m^2
A	Quantity of air required by actual combustion, Nm^3 per kg of fuel oil.
A/C	Air conditioning
avg	Average
bbl	Barrels (1 tonne of fuel oil is approximately 6.6 barrels)
bpd	Barrel per day
Btuh	British Thermal Unit per hour or Btu/hr
C_b	Specific heat of blowdown, kcal/kg°C
C_c	Specific heat of polymer chip, kcal/kg °C
C_d	Specific heat of dryer, kcal/kg °C
CF	Cash flow, baht
C_f	Specific heat of fuel oil, kcal/kg °C
C_g	Average specific heat of dry flue-gas, kcal/Nm^3 °C
C_l	Specific heat of solid lactam, kcal/kg °C
C_m	Specific heat of monomer, kcal/kg °C
$(CO_2)_{max}$	Volume fraction of carbon dioxide found from laboratory analysis
C_{pfw}	Specific heat of feedwater, kcal/kg °C
C_w	Specific heat of water, kcal/kg °C
C_{ww}	Specific heat of waste water, kcal/kg°C
d	Day
G	Quantity of actual dry flue-gas, Nm^3/kg
G_o	Quantity of theoretical dry flue-gas, Nm^3/kg
H_l	Low heating value of fuel oil, kcal/kg

hr	Hour
HP	Horse power
h_1	Enthalpy of water at reference temperature, kcal/kg
h_2	Enthalpy of steam produced, kcal/kg
i	Effective interest rate, %
k	Thermal conductivity, Btu/(hour)(sq ft)(one inch)(deg F)
L_1	Heat of fusion of solid lactam, kcal/kg
m	Excess air coefficient or air ratio
m_c	Weight of polymer chip, kg
m_d	Weight of dryer, kg
m_f	Weight of fuel oil, kg
mo	Month
$\dot{m}_1$	Molten lactam flow rate, kg/hr
$\dot{m}_m$	Mass flow rate of monomer, kg/hr
$\dot{m}_s$	Steam flow rate, kg/hr
$\dot{m}_w$	Water flow rate, kg/hr
$\dot{m}_{ww}$	Mass flow rate of waste water, kg/hr
n	Payback period, month
NBS	The National Bureau of Standards
O.T.	Overtime
P	Initial investment, baht
Q	Heat loss from equipment, kcal/hr
Q	Heat gain to the air-conditioned space, Btuh
Q_b	Heat loss due to blowdown, kcal/hr
Q_{fc}	Chemical heat in the fuel "as fired," kcal/hr
Q_{fp}	Heat credit supplied by preheated fuel oil, kcal/hr
Q_g	Heat loss due to dry flue-gas, kcal/hr
Q_s	Heat of steam produced, kcal/hr

q_s	Specific enthalpy of vapor, kcal/kg
Q_w	Heat credit supplied by feedwater, kcal/hr
R	Resistance to flow of heat, (hour)(sq ft)(deg F)/Btu
SV	Salvage value, baht
t	Useful life of equipment, year
T_1	Room temperature, °C
t_b	Temperature of blowdown, °C
T_d	Drying temperature, °C
t_f	Temperature of fuel oil before combustion, °C
t_{fw}	Temperature of feedwater, °C
t_g	Temperature of dry flue-gas, °C
t_i	Reference temperature, °C
T_l, T_{l_1}	Melting point of solid lactam, °C
U	Overall heat transmission coefficient, Btu/(hour)(sq ft)x (deg F)
W	Electric energy input, kWh
W_b	Quantity of blowdown, kg/hr
W_f	Measured fuel oil flow rate, kg/hr
W_s	Net quantity of steam produced, kg/hr
W_w	Feedwater flow rate, kg/hr