

การพยากรณ์สภาวะอากาศด้วยแบบจำลองสองระดับ



นายเชิดศักดิ์ คุณสมบัติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-583-690-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

019096 117868779

WEATHER FORECASTING BY TWO-LEVEL MODEL



Mr. Cherdsak Kunsombat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-583-690-7

Thesis Title            Weather Forecasting by Two-Level Model  
By                         Mr. Cherdasak Kunsombat  
Department            Physics  
Thesis Advisor        Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.



---

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

*Thavorn Vajrabhaya*..... Dean of Graduate School  
(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

*Mayuree Natenapit*..... Chairman  
(Assistant Professor Mayuree Natenapit, Ph.D.)

*Virulh Sa-yakanit*..... Thesis Advisor  
(Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.)

*S. Chareonwong*..... Member  
(Sombat Chareonwong, Ph.D.)

*David Ruffolo*..... Member  
(David Ruffolo, Ph.D.)

พิมพ์ด้วยกระดาษเคลือบเงา มีภาพประกอบภายในกรอบสี่เหลี่ยม สีเพียงอย่างเดียว

นายเชิดศักดิ์ คุณสมบัติ : การพยากรณ์สภาวะอากาศด้วยแบบจำลองสองระดับ  
(WEATHER FORECASTING BY TWO-LEVEL MODEL) อ. ที่ปรึกษา :  
ศ. ดร. วิรุฬห์ สายคณิต, 89 หน้า. ISBN 974-583-690-7

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาการพยากรณ์สภาวะอากาศ โดยการประยุกต์แบบจำลองสองระดับ เพื่อพยากรณ์สภาวะอากาศจริง บริเวณลองจิจูด 90 องศาตะวันออกถึง 180 องศาตะวันออก และละติจูด 0 องศา ถึง 45 องศาเหนือ ขนาดของกริดมีค่า 2.5 องศา ลองจิจูด / 2.5 องศา ละติจูด ประกอบกันเป็นจำนวน 38 x 19 จุด กำหนดให้ฟังก์ชันกระแส ที่บริเวณ ขอบเขตทางด้านทิศเหนือ และทางด้านทิศใต้มีค่าคงที่ และมีค่าต่อเนื่องแบบวนรอบ ที่บริเวณขอบเขตทางด้านทิศตะวันออก และทางด้านทิศตะวันตก ข้อมูลเริ่มต้นที่ระดับความดัน 200 เฮกโตพาสคัล และที่ระดับความดัน 850 เฮกโตพาสคัล นั้นได้รับจาก ศูนย์กลางยุโรปสำหรับการพยากรณ์สภาวะอากาศพิสัยกลาง สำหรับใช้พยากรณ์สภาวะอากาศ ที่เวลา 24-ชั่วโมง, 48-ชั่วโมง, 72-ชั่วโมง และ 96-ชั่วโมง แบบจำลอง ดันแบบนี้สามารถใช้กับเครื่องมือโครคอมพิวเตอรืได้ ผลของการทดลอง แสดงให้เห็นถึงความ สามารถของแบบจำลอง ในการพยากรณ์สภาวะอากาศ โดยแสดงให้เห็น การเกิด การเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลงของการหมุนวนของกระแสอากาศ กับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ของรูปแบบฟังก์ชันกระแส

ภาควิชา .....  
สาขาวิชา .....  
ปีการศึกษา 2536 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C325353 : MAJOR PHYSICS

KEY WORD: WEATHER FORECASTING / TWO-LEVEL MODEL

CHERDSAK KUNSOMBAT : WEATHER FORECASTING BY TWO-LEVEL MODEL

THESIS ADVISOR : PROF. VIRULH SA-YAKANIT, F.D. 89 PP. ISBN 974-583-690-7

The purpose of this thesis is to study weather forecasting by applying a two-level model to forecast the weather in the domain area between 90E to 180E longitudes and 0 to 45N latitudes. The grid size is  $2.5^\circ$  longitudes /  $2.5^\circ$  latitudes forming a total of 38 x 19 points. The streamfunctions are assumed to be constant at the north and south domain boundary and cyclic continuity at the east-west domain boundary. The 200 hPa and 850 hPa wind data from European Centre for Medium Range Weather Forecast are used as initial values for 24-hour, 48-hour, 72-hour and 96-hour forecasts. The prototype-model can be used with a micro-computer. The experimental results show the model ability for weather forecast. They show an arising, a movement, and the changing of circulation with continuous changes of streamfunction patterns.



ภาควิชา..... ฟิสิกส์ .....

สาขาวิชา..... ฟิสิกส์ .....

ปีการศึกษา..... ๒๕๖๖ .....

ลายมือชื่อนิสิต..... เชิดศักดิ์ กุณสมบัติ .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... Cherdsak Kunsombat .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... - .....

Thesis Title            Weather Forecasting by Two-Level Model  
By                         Mr. Cherdsak Kunsombat  
Department             Physics  
Thesis Advisor         Professor Virulh Sa-yakanit, F.D.

#### ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study weather forecasting by applying a two-level model to forecast the weather in the domain area between 90E to 180E longitudes and 0 to 45N latitudes. The grid size is 2.5° longitudes / 2.5° latitudes forming a total of 38 x 19 points. The streamfunctions are assumed to be constant at the north and south domain boundary and cyclic continuity at the east-west domain boundary. The 200 hPa and 850 hPa wind data from European Centre for Medium Range Weather Forecast are used as initial values for 24-hour, 48-hour, 72-hour and 96-hour forecasts. The prototype-model can be used with a micro-computer. The experimental results show the model ability for weather forecast. They show an arising, a movement, and the changing of circulation with continuous changes of streamfunction patterns.

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพยากรณ์สภาวะอากาศด้วยแบบจำลองสองระดับ  
โดย                              นายเชิดศักดิ์    คุณสมบัติ  
ภาควิชา                        ฟิสิกส์  
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์      ศาสตราจารย์ ดร. วิรุฬห์    สายคณิต

#### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาการพยากรณ์สภาวะอากาศ โดยการประยุกต์แบบจำลองสองระดับ เพื่อพยากรณ์สภาวะอากาศจริง บริเวณลองจิจูด 90 องศาตะวันออกถึง 180 องศาตะวันออก และละติจูด 0 องศา ถึง 45 องศาเหนือ ขนาดของกริดมีค่า 2.5 องศาลองจิจูด / 2.5 องศาละติจูด ประกอบกันเป็นจำนวน 38 x 19 จุด กำหนดให้ฟังก์ชันกระแสที่บริเวณ ขอบเขตทางด้านทิศเหนือ และทางด้านทิศใต้มีค่าคงที่ และมีค่าต่อเนื่องแบบวนรอบที่บริเวณ ขอบเขตทางด้านทิศตะวันออก และทางด้านทิศตะวันตก ข้อมูลเริ่มต้นที่ระดับความดัน 200 เฮกโตпасคัล และที่ระดับความดัน 850 เฮกโตпасคัล นั้นได้รับจาก ศูนย์กลางยุโรปสำหรับการพยากรณ์สภาวะอากาศพิสัยกลาง สำหรับใช้พยากรณ์สภาวะอากาศ ที่เวลา 24-ชั่วโมง, 48-ชั่วโมง, 72-ชั่วโมง และ 96-ชั่วโมง แบบจำลองต้นแบบนี้ สามารถใช้กับเครื่องมือโครคอมพิวเตอรืได้ ผลของการทดลอง แสดงให้เห็นถึงความสามารถของแบบจำลอง ในการพยากรณ์สภาวะอากาศ โดยแสดงให้เห็น การเกิด การเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลงของการหมุนวนของกระแสอากาศ กับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ของรูปแบบฟังก์ชันกระแส

## ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his hearty thanks to Prof. Virulh Sa-yakanit for his continuous encouragement, guidance and help during the course of his work as thesis advisor. The author also wishes to express his thanks to Assoc. Prof. Jong-orn Berananda and Assoc. Prof. Wichit Sritrakool for their help in various ways.

He would like to thank Prof. Yongnian Shi from Guangzhou Institute of Tropical and Oceanic Meteorology of China for his helpful suggestions and Mr. Boonlert Archavarangubrok for providing data. Thanks also go to the thesis committee, Asst. Prof. Mayuree Natenapit, Dr. Sombat Chareonwong and Dr. David Ruffolo for their reading and criticizing the manuscript. Special thanks are due to Mr. Peerapol Prasertsil for their assistance in typing of this thesis.



## TABLE OF CONTENTS



	Page
ABSTRACT IN ENGLISH .....	iv
ABSTRACT IN THAI .....	v
ACKNOWLEDGMENTS .....	vi
LIST OF FIGURES .....	ix
LIST OF TABLES .....	x
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
A Brief History of Forecasting.....	1
Weather Forecasting in Thailand.....	2
Outline of Thesis.....	3
CHAPTER II THE GOVERNING EQUATIONS.....	4
Momentum Equation.....	4
The Continuity Equation.....	9
Equation of State.....	10
Equation of Energy.....	11
The Complete System of Equations.....	14
The Vorticity Equation.....	15
CHAPTER III WAVE MOTION IN THE ATMOSPHERE.....	17
Linearized Equations.....	17
Sound Waves.....	19
Gravity Waves.....	20
Rossby Waves.....	26
CHAPTER IV WEATHER FORECASTING MODEL.....	30

	Isobaric Coordinates.....	30
	The Horizontal Momentum and Hydrostatic Equation.....	32
	The Continuity Equation.....	33
	The Thermodynamic Energy Equation.....	34
	The Vorticity and the Divergence Equation.....	34
	One-Level Barotropic Model.....	40
	Equivalent Barotropic Model.....	41
	One-Level Primitive Equation Model.....	43
CHAPTER V	WEATHER FORECASTING BY	
	TWO-LEVEL MODEL.....	45
	The Model Equations.....	45
	Region Covered by the Model and Horizontal	
	Grid Structure.....	48
	Boundary Conditions.....	49
	Numerical Techniques.....	49
	Data Initialization.....	54
	Summary of the Procedure for Forecasting.....	57
	Forecasting Results.....	58
CHAPTER VI	DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS.....	64
	Discussions and Results.....	64
	Conclusions and Comments.....	69
REFERENCES	.....	70
APPENDIX A	.....	71
APPENDIX B	.....	72
APPENDIX C	.....	74
APPENDIX D	.....	80
CURRICULUM VITAE	.....	89

## LIST OF FIGURES

		Page
Fig. 2.1	Spherical coordinates with Cartesian tangent plane.....	5
Fig. 4.1	Slope of pressure surfaces in the x, z plane.....	31
Fig. 5.1	Schematic diagram of the vertical level structure.....	45
Fig. 5.2	The forecasting area and horizontal grid structure.....	48
Fig. 5.3a	The result of initialized data at level 250 hPa.....	59
Fig. 5.3b	The result of initialized data at level 750 hPa.....	59
Fig. 5.4a	The result of 24-hr forecast at level 250 hPa.....	60
Fig. 5.4b	The result of 24-hr forecast at level 750 hPa.....	60
Fig. 5.5a	The result of 48-hr forecast at level 250 hPa.....	61
Fig. 5.5b	The result of 48-hr forecast at level 750 hPa.....	61
Fig. 5.6a	The result of 72-hr forecast at level 250 hPa.....	62
Fig. 5.6b	The result of 72-hr forecast at level 750 hPa.....	62
Fig. 5.7a	The result of 96-hr forecast at level 250 hPa.....	63
Fig. 5.7b	The result of 96-hr forecast at level 750 hPa.....	63
Fig. 6.1a	The initialized wind field at level 250 hPa.....	65
Fig. 6.1b	The initialized wind field at level 750 hPa.....	65
Fig. 6.2	The component motion of a linear field.....	67

## LIST OF TABLES

		Page
Table 2.1	Scale analysis of the horizontal momentum equations.....	7
Table 2.2	Scale analysis of the vertical momentum equations.....	9