# บทที่ 5
# บทสรุป

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การจำลองแบบปริมาณอิเล็กตรอนรวมด้วยวิธี ARMA สามารถทำนายข้อมูล TEC ได้ดีที่สุด ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยการวาดกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล TEC ที่ได้จากการทดลองและข้อมูล TEC ที่ได้จากการทำนายด้วยวิธี ARMA และ/หรืออธิบายด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ส่วนการทำนายข้อมูล TEC ด้วยค่าทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สามารถทำนายได้ดีเช่นกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปตามพฤติกรรมของดวงอาทิตย์เช่นเดียวกับการเกิดอิเล็กตรอนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ แต่การเกิดอิเล็กตรอนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ไม่มีความเกี่ยวข้องกันโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงของค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์แต่อย่างใด

พารามิเตอร์อินพุตสำหรับแบบจำลองที่ใช้วิธี ARMA คือ ข้อมูล TEC ในอดีตอย่างน้อยมากกว่าจำนวนที่ต้องการทำนายเป็นจำนวน 48 ค่า หรือข้อมูล 1 วัน ส่วนเอาต์พุตที่ได้คือ ข้อมูล TEC ที่ทำนายได้ และข้อมูลที่พยากรณ์ได้ โดยมีหน่วยเป็น TECU หรือ $10^{16}$ electrons/$m^2$

การทำนายข้อมูล TEC ด้วยการใช้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก จะทำได้ดีก็ต่อเมื่อพิจารณาข้อมูล TEC และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกเป็นช่วงๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ช่วงที่เกิดการรบกวนทางแม่เหล็ก หรือที่เรียกว่า "Disturbed Days" และช่วงที่ไม่เกิดการรบกวนทางแม่เหล็ก หรือที่เรียกว่า "Quiet Days" โดยการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแนวนอนจะเป็นตัวบอกถึงการเกิดการรบกวนทางแม่เหล็ก คือ ถ้าค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแนวนอนถูกกดต่ำลงมากๆ หรือมีค่าลบมากๆ แสดงว่าเกิดการรบกวนทางแม่เหล็ก ส่วนองค์ประกอบค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล TEC มากที่สุด ก็คือค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแนวดิ่ง โดยมีความสัมพันธ์กันแบบเส้นโค้ง

พารามิเตอร์อินพุตสำหรับแบบจำลองที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก คือ ข้อมูลค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแต่ละแนวแกน ซึ่งมีหน่วยเป็น nT และสามารถเลือกอันดับของสมการโพลิโนเมียลได้ตามต้องการ ส่วนเอาต์พุตที่ได้ คือ ค่า TEC ที่ทำนายได้ โดยมีหน่วยเป็น TECU หรือ $10^{16}$ electrons/$m^2$

ผลการเปรียบเทียบระหว่างการทำนายค่า TEC ด้วยวิธี ARMA วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโดยมีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกเป็นตัวแปรอิสระ กับแบบจำลอง IRI-95 พบว่า การทำนายค่า TEC ด้วยวิธี ARMA มีระดับความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ทำนายได้กับค่า TEC ที่วัดได้จริงมากที่สุด โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นตัววัดระดับความสัมพันธ์ของข้อมูล ส่วนค่า TEC ที่ทำนายได้จากแบบจำลอง IRI-95 มีระดับความสัมพันธ์ที่สูงเช่นกัน แต่ระดับของค่า TEC สูงสุดและต่ำสุดที่ทำนายได้จากแบบจำลอง IRI-95 จะไม่ค่อยใกล้เคียงกับค่า TEC ที่ได้จากการทดลองจริง การใช้ข้อมูลค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกมาช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่า TEC สามารถใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่า TEC ที่ผิดปกติไป เนื่องมาจากการรบกวนทางแม่เหล็ก ผลการทำนายข้อมูล TEC ด้วยค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก โดยใช้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแนวดิ่งเป็นตัวแปรอิสระ พบว่า มีระดับความสัมพันธ์กับข้อมูล TEC จริงมากที่สุด เมื่อเทียบกับค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกในแนวอื่น

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล TEC ที่ได้จากการทดลองในแต่ละช่วงเวลาของวัน พบว่า ข้อมูลมีสูงอยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 6:00 ถึง 12:00 UT หรือ 13:00 หรือ 19:00 LT โดยมีจุดยอดที่เวลาประมาณ 8:00 UT หรือ 15:00 LT และอาจจะมีจุดยอดมากกว่า 1 แห่ง เนื่องจากผลของการรบกวนทางแม่เหล็ก เมื่อมีการรบกวนทางแม่เหล็กมาก ปริมาณอิเล็กตรอนรวมที่วัดได้ก็จะมีค่าสูงขึ้นในเวลาต่อมา เนื่องจากปรากฏการณ์น้ำพุ ส่วนในช่วงเวลากลางคืนจะมีปริมาณอิเล็กตรอนลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการลดระดับของเลเยอร์ F2 และการหายไปของเลเยอร์ D และเลเยอร์ E แต่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าช่วงใดที่มีเลเยอร์สะปอราดิก E เกิดขึ้น เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ โดยจะต้องมีการทดลองวันค่าความถี่วิกฤตของแต่ละเลเยอร์เข้ามาประกอบจึงจะสามารถอธิบายได้

## 5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่พบและมีความสำคัญมากต่อการวิจัยเกี่ยวกับปริมาณอิเล็กตรอนรวมในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก มีดังต่อไปนี้

ก) ข้อมูล TEC ที่วัดได้จากการทดลองในบางช่วงเวลามีความไม่น่าเชื่อถือ เนื่องจากไม่ได้เปลี่ยนตารางการรับสัญญาณดาวเทียม GPS ให้กับเครื่องวัด TEC-Meter ซึ่งในช่วงเวลานั้น การเคลื่อนที่ของดาวเทียม GPS บางดวงเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ระยะทางในการวัดไกลขึ้น ส่งผลให้มุมเงยมีค่าต่ำเกินไป

ข) ข้อมูล TEC และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกขาดหายไปเป็นบางช่วง เนื่องจากไฟฟ้าดับ

ค) เครื่องวัด TEC-Meter ทำงานผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูล TEC ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เช่นในกรณีที่เกิดไฟกระพริบ (Surge) เป็นต้น

ง) การบันทึกเวลาในขณะทดลองวัดค่า TEC และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกผิดไปจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เนื่องจากระบบการจับเวลาของคอมพิวเตอร์ทำงานผิดพลาด

จ) โปรแกรมการรับค่าและบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ทำงานผิดพลาด ในกรณีที่โปรแกรมทำงานอยู่ในโหมดเวลาจริง (Real Time Mode)

ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ ต้องอาศัยการสังเกตเป็นประจำทุกวัน เนื่องจากไม่สามารถจะคาดเดาได้ว่าจะเกิดปัญหาขึ้นเมื่อไร โดยการแก้ไขสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ก) เปลี่ยนตารางการรับสัญญาณดาวเทียม GPS ให้กับเครื่องวัด TEC-Meter ทุกๆ 6 เดือน โดยทำตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.3

ข) การแก้ไขปัญหาไฟฟ้าดับไม่สามารถทำได้ แต่สามารถใช้เครื่องสำรองไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลก่อนที่จะปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ แต่ถ้าไม่มีเครื่องสำรองไฟฟ้า จะต้องตรวจฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) อยู่เสมอ โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบยูนิกซ์ โดยการใช้คำสั่งตรวจฮาร์ดดิสก์ "fsck" หลังจากไฟฟ้าดับทุกครั้ง

ค) ในบางครั้งเครื่องวัด TEC-Meter อาจจะทำการวัดค่า TEC ตามปกติ แต่ไม่สามารถบันทึกข้อมูลลงในการ์ดบันทึกข้อมูลของเครื่องวัด TEC-Meter ก่อนที่จะส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลอีกที จะต้องทำการปิดเครื่อง TEC-meter และเปิดใหม่อีกครั้ง

ง) การตรวจสอบระบบเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำได้ง่าย โดยใช้เวลาจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS เป็นค่าอ้างอิง สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบยูนิกซ์ จะสามารถตรวจสอบเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยการใช้คำสั่ง "date" และสามารถแก้ไขเวลาเมื่อเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ตรงกับเวลาอ้างอิงได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

```
tec@pc2-cmu[] date
Wed Apr 26 13:24:29 ICT 2000
tec@pc2-cmu[] su
Password:
bash# date 04261350
Wed Apr 26 13:50:45 ICT 2000
```

**รูปที่ 5.1** การแก้ไขเวลาให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบยูนิกซ์

จากรูปที่ 5.1 เมื่อพิมพ์ข้อความ "date" เครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงวันและเวลาให้ เมื่อต้องการแก้ไขวันและเวลา จะต้องเปลี่ยนผู้ใช้เป็นผู้ดูแลระบบโดยการพิมพ์คำสั่ง "su" และใส่รหัสผ่านให้ถูกต้อง เมื่อใส่รหัสผ่านถูกต้อง การแสดงผลจะเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น จาก "tec@pc2-cmu" เปลี่ยนเป็น "bash#" หลังจากนั้น ก็พิมพ์ "date 04261350" ซึ่งมีความหมายคือ เลข 2 หลักแรก (04) หมายถึงเดือน เลข 2 หลักถัดมา (26) หมายถึงวันที่ ส่วนเลข 4 หลักสุดท้ายจะหมายถึงชั่วโมงและนาที (1350) ตามลำดับ หลังจากนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงผลการแก้ไขวันเวลาตามที่สั่งไป

จ) การตรวจสอบว่าโปรแกรมการรับค่าและบันทึกข้อมูล TEC ผิดพลาดหรือไม่นั้น สามารถทำได้โดยการดูว่า โปรแกรม "tec_view" ยังทำงานค้างอยู่หรือไม่จากการใช้คำสั่ง "ps –auxw" ซึ่งเป็นคำสั่งสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบยูนิกซ์ ถ้าผลลัพธ์ที่แสดงออกมามีข้อความเช่น "kermit" "/usr/local/bin/kermit" แสดงว่าโปรแกรม "tec_view" ทำงานค้างอยู่ในโหมดเวลาจริง (Real Time Mode) คือ รับข้อมูลจากเครื่อง TEC-meter แล้วแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยไม่ได้บันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์เลย ดังนั้น จึงต้องฆ่าการทำงานส่วนนี้ทิ้งไป ด้วยการใช้คำสั่ง "kill –9 PID" ซึ่ง PID ก็คือ หมายเลขการทำงานที่แสดงจากผลของคำสั่ง "ps –auxw" โดยการใช้คำสั่ง "kill" นี้ ผู้ใช้จะต้องอยู่ในสถานะผู้ดูแลระบบก่อนซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้คำสั่ง "su" เหมือนกับในข้อ ง) แล้วใส่รหัสผ่านให้ถูกต้อง ส่วนการตรวจสอบว่าโปรแกรมการรับค่าและบันทึกข้อมูลค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกทำงานผิดพลาดหรือไม่นั้นดูได้จากการที่ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ขาดหายไปหรือไม่ ถ้าขาดหายไปแสดงว่าโปรแกรมทำงานผิดพลาด อาจจะต้องแก้ไขด้วยการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่อีกครั้ง และรอดูผลต่อไป

จากปัญหาและวิธีการแก้ไขที่ได้กล่าวไป ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับการทดลองวัดค่า TEC และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ก็เป็นระบบยูนิกซ์อีกด้วย ดังนั้น นอกจากวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้เสนอไปแล้ว ยังมีวิธีการสังเกตง่ายๆ ว่าโปรแกรมรับค่าและบันทึกข้อมูล TEC ทำงานถูกต้องหรือไม่ ดังนี้

ก) ตรวจสอบดูรูปการเปลี่ยนแปลงข้อมูล TEC ในแต่ละวันว่ายังมีข้อมูลใหม่เข้ามาหรือไม่

ข) ถ้าข้อมูล TEC ที่แสดงในหน้าต่าง "tec_view" ขาดหายไป ต้องตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม โดยใช้คำสั่ง "cd /home/tec/log" เพื่อเปลี่ยนไดเรกทอรีที่ใช้งานให้อยู่ในไดเรกทอรี "log" ซึ่งใช้ในการเก็บข้อมูล TEC ทั้งหมด แล้วใช้คำสั่ง "ls –l" เพื่อดูว่าข้อมูล TEC จากเครื่อง TEC-Meter ถูกส่งเข้ามาหรือไม่ และโปรแกรมทำการรับข้อมูลเข้ามาหรือไม่ ตัวอย่างเช่น ขณะที่ทำการทดสอบ ณ วันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2543 เวลา 14:28:30 LT เมื่อใช้คำสั่ง "ls –l" คอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความดังรูปที่ 5.2

```
tec@pc2-cmu[] ls –l
-rw-r—r--  1 tec  users     20424    Apr 25 23:40 20000425.dat
-rw-r—r--  1 tec  users     41699    Apr 25 23:40 20000425.hex
-rw-r—r--  1 tec  users      4721    Apr 25 23:40 20000425.log
-rw-r—r--  1 tec  users     20424    Apr 26 14:00 20000426.dat
-rw-r—r--  1 tec  users     41699    Apr 26 14:00 20000426.hex
-rw-r—r--  1 tec  users      4721    Apr 26 14:00 20000426.log
-rw-r—r--  1 tec  users    416896    Apr 26 14:00 cron.log
-rw-r—r--  1 tec  users  19743846    Apr 26 14:00 log_get_data
-rw-r—r--  1 tec  users       480    Apr 26 14:00 newdata
```

**รูปที่ 5.2** ผลการใช้คำสั่ง "ls –l"

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นว่ามีแฟ้มข้อมูลอยู่ 6 รูปแบบ คือ "*.dat" "*.hex" "*.log" "cron.log" "log_get_data" และ "newdata" ซึ่งแฟ้มข้อมูล 2 แบบแรก เป็นแฟ้มข้อมูล TEC ที่มีรูปแบบการบันทึกค่า 2 รูปแบบ คือ "*.dat" เป็นแฟ้มข้อมูลแบบไบนารี ส่วน "*.hex" เป็นแฟ้มข้อมูลแบบแอสกีที่แสดงเป็นเลขฐานสิบหก และแฟ้มข้อมูล "*.log" และ "cron.log" แสดงผลการบันทึกข้อมูลทุกๆ 20 นาที โดยแสดงเป็นเวลาที่บันทึกข้อมูล และสามารถดูได้โดยการใช้คำสั่ง "less" เช่น "less cron.log" เป็นต้น ส่วนแฟ้มข้อมูล "log_get_data" เป็นแฟ้มข้อมูลที่บันทึกการทำงานของโปรแกรม "tec_view" ทั้งหมด ถ้าโปรแกรมทำงานผิดพลาด ข้อความที่แสดงถึงข้อผิดพลาดก็จะถูกบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลนี้ด้วย ตัวอย่างข้อความในแฟ้มข้อมูล "log_get_data" แสดงดังรูปที่ 5.3

```
Wed  Nov 17 00:00:01  ICT 1999
spawn  /usr/bin/kermit
C-Kermit 6.0.192, 6 Sep 96, for Linux
^M Copyright (c) 1985, 1996,
     Trustees of Columbia University in the City of New York.
Default file-transfer mode is TEXT
Type ? or HELP for help
Connecting to /dev/ttyS0, speed 9600. ^M
The escape character is Ctrl-\ (ASCII 28, Fs) ^M
Type the escape character followed by C to get back, ^M
or followed by ? to see other options. ^M

>>cc
CARD: ML-64PC(1)
DATA: 1999/11/16-11/16
REC: 20/2516 rec
BATT: 2000/08/24
^C
>rd 1,20
EA2CEB031C041D0C1F0D59021F6F6094E0A06FFDC023200
EA2CEC032704300280D5602D2F53D096E0906FFD3022800
EA2CED031C04D002F0D5302AFF538099B0906FFE3023900
```

**รูปที่ 5.3** ตัวอย่างข้อความในแฟ้มข้อมูล log_get_data

ส่วนแฟ้มข้อมูล newdata เป็นแฟ้มข้อมูลที่บันทึกข้อมูลใหม่ที่ได้จากการรับค่าจากเครื่อง TEC-Meter โดยเวลาที่แสดงการสร้างแฟ้มข้อมูล newdata จะต้องเป็นเวลาที่ใกล้เคียงกับเวลาขณะทำการตรวจสอบ เนื่องจากการบันทึกข้อมูลใหม่ลงแฟ้มข้อมูล "newdata" จะกระทำทุกๆ 20 นาที หากครบ 20 นาทีแล้วยังไม่มีข้อมูลเข้ามาแสดงว่าเครื่องวัด TEC-Meter ทำงานผิดพลาด หรือเวลาในการสร้างแฟ้มข้อมูล "newdata" ไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าโปรแกรมทำงานผิดพลาด

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของการจำลองแบบข้อมูล TEC ที่ใช้วิธี ARMA คือ ไม่เหมาะสมในการใช้ทำนายข้อมูล TEC ล่วงหน้าเป็นระยะเวลายาวนานได้ เนื่องจากข้อมูล TEC นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาของวันแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ ทำให้ค่า TEC มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี ดังนั้น ถ้าต้องการทำนายข้อมูล TEC ล่วงหน้าเป็นระยะเวลายาวนาน จะต้องใช้วิธีการวิเคราะห์แบบอื่น และต้องใช้ข้อมูล TEC ในการวิเคราะห์อย่างน้อยเป็นระยะเวลา 5-6 ปี ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถใช้การทำนายข้อมูล TEC เป็นระยะเวลายาวนานได้ คือ วิธีการวิเคราะห์แบบดั้งเดิม (Classic Method) ซึ่งจะต้องแยกค่าดัชนีฤดูกาล และแนวโน้มออกจากข้อมูลก่อน จึงจะคำนวณหาค่าสมการ

การจำลองได้ และระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ทำนายได้กับข้อมูล TEC จริง จะต่ำกว่าการทำนายในระยะสั้นด้วยวิธี ARMA

ส่วนการจำลองแบบข้อมูล TEC ด้วยค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลก มีข้อจำกัดคือ เนื่องจากต้องใช้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกเป็นตัวแปรอิสระ ดังนั้น ถ้าไม่สามารถวัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกได้ก็ไม่สามารถทำนายค่า TEC ได้

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการจำลองแบบปริมาณอิเล็กตรอนรวมในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ในงานวิจัยนี้ มีเพียงข้อมูลปริมาณอิเล็กตรอนรวมในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กโลกที่วัดได้จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถที่จะนำไปใช้ในการจำลองแบบบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์เหนือจังหวัดเชียงใหม่หรือบริเวณประเทศไทยได้ แต่ถ้าเพิ่มข้อมูลปริมาณอิเล็กตรอนในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์จากสถานีวัดที่อยู่ใกล้กับจังหวัดเชียงใหม่สัก 2-3 สถานีวัด ก็จะสามารถสร้างแบบจำลองบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ได้ โดยใช้เทคนิคทางคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า การกราดภาพตัดขวาง (Tomography) ที่ใช้ในการสร้างแผนที่บรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ หรืออาจจะสร้างแบบจำลองบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์จากข้อมูลปริมาณอิเล็กตรอนรวมในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์และค่าความถี่วิกฤตในเลเยอร์ต่างๆ ของบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งจะสามารถหาค่าความหนาของแต่ละเลเยอร์ ความหนาแน่นอิเล็กตรอนในแต่ละเลเยอร์ รวมทั้งความสูงของแต่ละเลเยอร์ได้ นอกจากการจำลองแบบชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ดังที่กล่าวไปแล้วยังสามารถจำลองแบบชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ที่เรียกว่า แบบจำลองสแลบ (Slab Model) ที่อาศัยข้อมูล TEC ในการจำลองแบบ โดยอาศัยค่าอัตราส่วนของปริมาณอิเล็กตรอนในแต่ละเลเยอร์ของบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ มาใช้ในการคำนวณหาความหนาของแต่ละเลเยอร์ในบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ [*Beach et al.*, 1997]