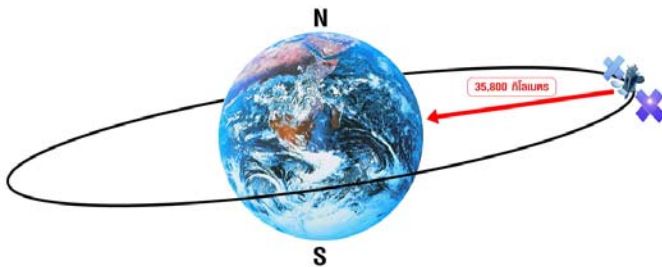


# ความรู้พื้นฐานการรับส่งดาวเทียม

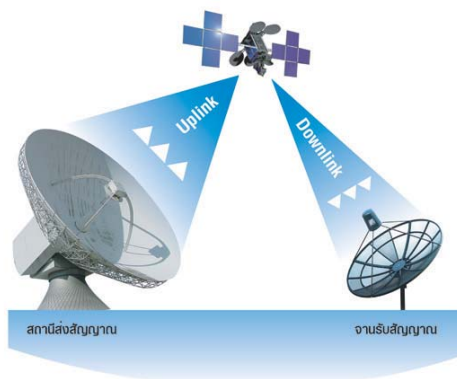
## ประวัติความเป็นมาของดาวเทียม

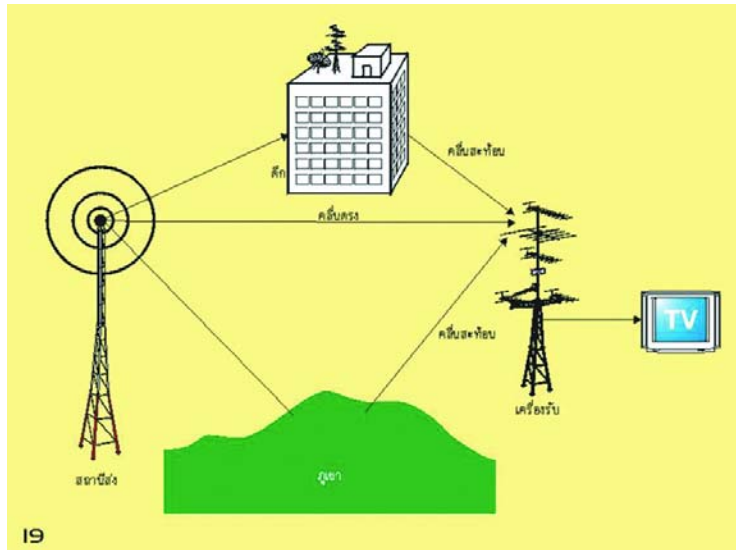
ผู้ริเริ่มให้แนวคิดด้านสื่อสารผ่านดาวเทียม คือ นายอาเธอร์ ซี. คลาร์ก ( Arthur C. Clarke ) นักเขียนนวนิยายและเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เมื่อปีพ.ศ. 2488 ได้เสนอแนวคิดในการที่ใช้สถานีดาวเทียมซึ่งลอยอยู่กับที่ในอวกาศเพื่อส่งสัญญาณโทรทัศน์ และสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารต่างๆ ลงมาบนพื้นโลก โดยให้ดาวเทียมลอยอยู่ในอวกาศเหนือตำแหน่งเส้นศูนย์สูตร ( Equator ) ที่ความสูงจากพื้นโลก 35,800 กิโลเมตร และการโคจรของดาวเทียมมีความเร็วหนึ่งรอบ 24 ชั่วโมง จะเท่ากับดาวเทียมนั้นลอยอยู่กับที่ เมื่อเทียบกับบนพื้นโลก ความคิดเห็นอันนี้เป็นจริงขึ้นมาเมื่อมีการยิงดาวเทียมดวงแรกของรัสเซีย ชื่อสปุตนิก ในปี 2500



## ความถี่ขาขึ้นและขาลง

ดาวเทียมแต่ละดวงนั้น จะทำหน้าที่เป็นเครื่องรับและเครื่องส่ง เพื่อติดต่อกับสถานีภาคพื้นดิน โดยสถานีภาคพื้นดินจะส่งสัญญาณคลื่นไมโครเวฟขึ้นไปยังดาวเทียม เราเรียกว่า การเชื่อมโยงขาขึ้น ( Uplink ) เมื่อดาวเทียมได้รับสัญญาณไมโครเวฟก็จะทำการเปลี่ยนความถี่ที่รับได้ให้เป็นอีกความถี่หนึ่งและส่งกลับมาให้สถานีภาคพื้นดิน หรือ จานดาวเทียม เราเรียกว่า การเชื่อมโยงขาลง ( Downlink )





เนื่องจากการส่งสัญญาณทางภาคพื้นดินด้วยระบบเสาอากาศมีข้อจำกัดในหลายด้าน เช่น

1. การถูกรบกวนได้ง่าย
2. การบดบังของภูเขาและสิ่งปลูกสร้าง
3. การที่ต้องไปตั้งสถานีทวนสัญญาณในพื้นที่ต่างๆ



การส่งและรับสัญญาณผ่านดาวเทียมจึงเป็นทางเลือกที่แก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้ แต่ก่อนที่การรับส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมจะเป็นทางเลือกได้นั้น ย้อนกลับไปเมื่อ 71 ปีที่แล้ว ปี 2542 ระบบการส่งที่ผ่านดาวเทียมยังไม่เป็นที่นิยมเพราะ

1. ราคาเช่าของสัญญาณมีราคาสูงมาก
2. เครื่องรับสัญญาณ ราคาที่สูงด้วยเช่นกัน
3. ระบบการรับส่งเป็นระบบ อนาล็อก สัญญาณไม่ชัด
4. ช่องรายการที่มีน้อย

หลังจากปีพ.ศ. 2542 เป็นต้นมา ระบบดิจิทัลก็ได้พัฒนาไปมาก พุดถึงด้านการส่งสัญญาณ เปรียบเทียบกับระบบเก่า ซึ่งเป็นอนาล็อกก็ต่างกันมาก เช่น

#### ระบบเก่าอนาล็อก

1 ช่องสัญญาณ [1 Transponder หรือ 1TP] สามารถส่งช่องรายการทีวีได้ไม่เกิน 2 ช่องรายการ

#### ระบบดิจิทัล

1 ช่องสัญญาณ [1 Transponder หรือ 1TP] ส่งช่องรายการทีวีได้ 12 ช่องรายการ ซึ่งมองในแง่การลงทุนแล้วมีความคุ้มค่ามาก

#### ตัวอย่าง

เมื่อก่อนผู้ที่ต้องการส่งช่องรายการผ่านดาวเทียมเช่าหนึ่งช่องสัญญาณ [1TP]

(สมมุติ 1 Transponder ราคาเช่าที่ 6 ล้านบาท ต่อเดือน) [1TP] ส่งรายการ ทีวีได้ 2 ช่องรายการ

สรุป หนึ่งเดือนผู้เช่าต้องจ่าย 3 ล้านบาทต่อเดือน  $3 \times 12 = 36$  เท่ากับ หนึ่งปีต้องจ่าย 36 ล้านบาท

ในปัจจุบันผู้ที่ต้องการส่งรายการผ่านดาวเทียมถ้าเช่าหนึ่งช่องสัญญาณ [1TP] ส่งได้ช่องสัญญาณ 12 ช่อง ซึ่งมีค่าใช้จ่าย 6 ล้านบาท หากเรมาคำนวณดูว่า 1 ช่องรายการจะมีค่าใช้จ่ายเท่าไร คิดได้ดังนี้ 6 ล้านบาทหารด้วย 12 ช่องรายการจะเท่ากับ 5 แสนบาทต่อ 1 ช่องรายการ จะเห็นได้ว่าราคาเช่าสัญญาณนั้นถูกลงไปหกเท่า และค่าเช่าก็มีแนวโน้มจะถูกลงไปอีก เนื่องจากมีดาวเทียมดวงใหม่ๆ เริ่มเปิดให้บริการมากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขันสูงขึ้น ราคาจึงเป็นปัจจัยหลักในการหาลูกค้า เพื่อมาให้บริการ

1TP = 12 ช่อง

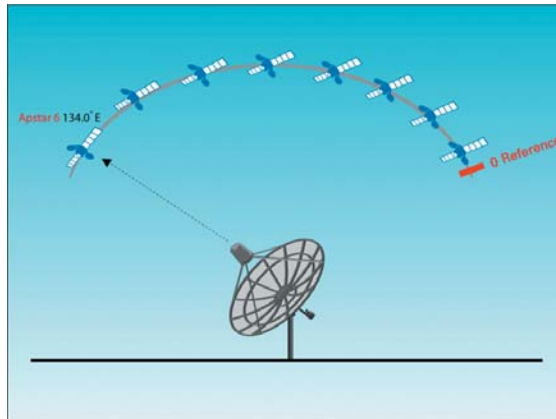
6 ล้านบาทต่อ 12 ช่อง

1 ช่อง = 5 แสนบาท



เมื่อค่าเช่าของรายการถูกลดลงทำให้ผู้ผลิตรายการทีวีในไทยหลายราย (GMM, RS) สนใจส่งรายการที่ผ่านดาวเทียมกันมากขึ้น ทำให้มีช่องรายการที่ผ่านดาวเทียมระบบดิจิตอลเพิ่มขึ้นในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมา

เมื่อมีช่องรายการเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผู้ชมทั่วโลกเริ่มหันมารับรายการที่ผ่านดาวเทียมโดยตรงเราเรียกว่า Direct to home [DTH]



เริ่มตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547 เป็นต้นมา ยอดผลิตและขายเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อมีการผลิตจำนวนมาก ก็ทำให้ราคาขายส่งจางมีราคาถูกลงอย่างมาก

### ขอย้อนกลับมาที่ช่องรายการทีวีไทย

ช่อง 11 เป็นหัวขบวนในการเริ่มเปลี่ยนระบบการส่งเป็นดิจิตอลเมื่อปีพ.ศ. 2545 และตามมาด้วยช่อง 9 เริ่มเปลี่ยนเป็นดิจิตอล ปีพ.ศ. 2547 ส่วนช่อง 3 ช่อง 5 และช่อง 7 เปลี่ยนเป็นดิจิตอลเมื่อปี 2548 และทุกช่องเลือกส่งในระบบ C-Band เพราะเป็นฟรีทีวี ต้องการแพร่ภาพให้ได้กว้างไกล และต้องการเสถียรภาพไม่เกิดปัญหาเวลาฝนตก (ช่อง iTV หรือปัจจุบันนี้ได้ชื่อทีวีไทย ใช้ระบบการส่งด้วยดิจิตอลตั้งแต่เริ่มเปิดสถานี)

ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมดูได้จาก website

ช่อง PSI CHANNEL <http://www.psichannel.com>

ช่อง MTV <http://www.mtv.co.th>

ช่อง สบายดีทีวี <http://www.sabaidee.tv/th/>

ช่อง GangCartoon <http://www.gangcartoon.net>

ช่อง 3 <http://www.thaitv3.com>

ช่อง 5 <http://www.tv5.co.th>

ช่อง 7 <http://www.ch7.com>

ช่อง 9 <http://modemine.mcot.net/>

ช่อง NBT <http://nbtv.prd.go.th/th/>

ช่อง ทีวีไทย <http://www.thaipbs.or.th/>

ช่อง TGN <http://www.thaitvglobal.com/>

ช่อง FanTv <http://fantv.gmember.com/>

ช่อง BangChannel <http://www.bangchannel.com/>

ช่อง ActsChannel <http://www.exact.co.th/>

ช่อง GreenChannel <http://www.green-channel.tv/>

ช่องรายการการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม

<http://www.dltv.th.org/>

เว็บช่องรายการดาวเทียม

<http://www.lyngsat.com/asia.html>

<http://www.satcodx.com/eng/>

เว็บดาวเทียมไทยคม

<http://www.thaicom.net/index-thai.html>

ปัจจุบันรายการทีวีที่เป็นภาษาไทยที่ส่งรายการผ่านดาวเทียมมีมากกว่า 50 ช่อง ทำให้ประชาชนที่อยู่ห่างไกลและคนในเมืองเริ่มหันมาใช้จานรับสัญญาณดาวเทียมในการรับชมรายการทีวีแทนเสาอากาศ

### สาเหตุสำคัญที่คนเปลี่ยนมาใช้กันมากขึ้นเพราะ

1. ราคาพร้อมติดตั้งถูกลง
2. รับชมรายการได้มากกว่า
3. ความคมชัดของภาพ
4. ติดตั้งง่ายกว่าแผงอากาศ
5. ติดตั้งได้ทุกพื้นที่ที่ไม่มีอุปสรรคในเรื่องการบังของเขา



การรับสัญญาณด้วยแผงอากาศไม่สามารถรับได้ นอกจากใช้จานดาวเทียมเท่านั้น

เราคงเคยเห็นการติดตั้งเสาตามต่างจังหวัด ซึ่งต้องขึ้นเสาสูงมากไม่เช่นนั้นก็รับสัญญาณไม่ได้ การตั้งเสาลักษณะนี้ราคาค่อนข้างสูง



การติดตั้งเสาสูงทำให้เสาล้มได้ง่าย





ตามต่างจังหวัดที่รับสัญญาณไม่ได้ส่วนใหญ่จะใช้จานกันหมดแล้ว ภาพนี้ถ่ายที่ภาคเหนือ อำเภอฝาง จ.เชียงใหม่ หากได้ผ่านไปแถวนั้นจะ ต้องเห็นจาน เพราะชาวบ้านติดตั้งกันเยอะมาก



ภาพถ่ายจากประเทศลาว (ส่วนใหญ่รับรายการทีวีไทย)



ภาพถ่ายติดตั้งจาน กรุงเทพฯ

บางพื้นที่ที่ทีวีชัดอยู่แล้วก็เริ่มหันมาใช้จานรับรายการทีวี เพราะว่าราคาในการติดตั้งใกล้เคียงกับ ติดแผงอากาศ และที่สำคัญมีช่องรายการให้รับชมมากกว่า 100 ช่องรายการ แบบดูฟรีๆ



# รายการทีวีไทยผ่านดาวเทียมไทยคม รับสัญญาณจากจานดาวเทียม D1.3R LNB X1 เครื่องรับรุ่น 2



**PSI CHANNEL**

สารคดี 24 ชั่วโมง



**Fan TV**

เพลงฮิตลูกทุ่ง 24 ชั่วโมง



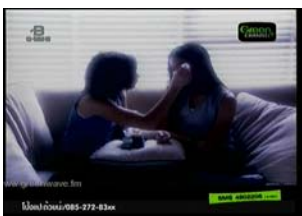
**Bang Channel**

ดนตรีไลฟ์สไตล์วัยรุ่น 24 ชั่วโมง



**Acts Channel**

ละครซิตคอม วาไรตี้ 24 ชม.



**Green Channel**

เพลงฮิตฟังสบาย 24 ชั่วโมง



**GangCartoon**

ช่องรายการการ์ตูนจากบริษัทโรส



**YOU CHANNEL**

ดนตรีไลฟ์สไตล์วัยรุ่น 24 ชั่วโมง



**สบายดี**

เพลงลูกทุ่ง 24 ชั่วโมง



MYTV

บันเทิง



MV H+

รายการเพื่อสุขภาพ



MIX Channel

ภาพยนตร์ 24 ชั่วโมง



MV Hit Station

เพลงลูกทุ่ง 24 ชั่วโมง



Bangkok Today

ข่าวสารอัปเดต การบ้าน การเมือง



MV VARIETY

สาระ ความรู้และความบันเทิง



Star Channel

สาระและบันเทิง



MV5 Channel

ข่าว เศรษฐกิจบ้านเมือง





### TenTV

เพลง บันเทิง วัฒนธรรมไทย



### TV POOL

ข่าวแวดวงบันเทิง



### Supper Cheng

เพลงลูกทุ่ง



### AMATV

สาระบันเทิง วิธีการขาย



### D Station

ข้อรายการคนเสื้อแดง



### Faikham

ช่องการศึกษาของรามคำแหง



### S CHANNEL

สาระ บันเทิง มากมาย



### TGN ( Thai Golbel Network )

รายการไทยสำหรับคนไทยในต่างประเทศ



**จิวเวอร์รี่**  
เกี่ยวกับเครื่องประดับ



**P5 TV**  
บันเทิง วิธีการขาย



**SBT**  
รายการธรรมะและเทศนาของหลวงตามหาบัว



**DMC**  
ศาสนาสำหรับชาวพุทธ



**SBBTV**  
รายการโทรทัศน์พุทธภูมิ (วัดสังฆทาน)



**TV MUSLIM**  
รายการศาสนาอิสลาม



**ACE**  
สาระบันเทิง ดาวน์โหลดริงโทน



**PEAK**  
สาระบันเทิง ดาวน์โหลดริงโทน



MCOT1

สาระความรู้ข่าวสาร



MCOT2

สาระบันเทิง



ช่อง 3

ข่าว และบันเทิง



ช่อง 5

ข่าว และบันเทิง



ช่อง 7

ข่าว และบันเทิง



ช่อง 9

ข่าว และบันเทิง



NBT

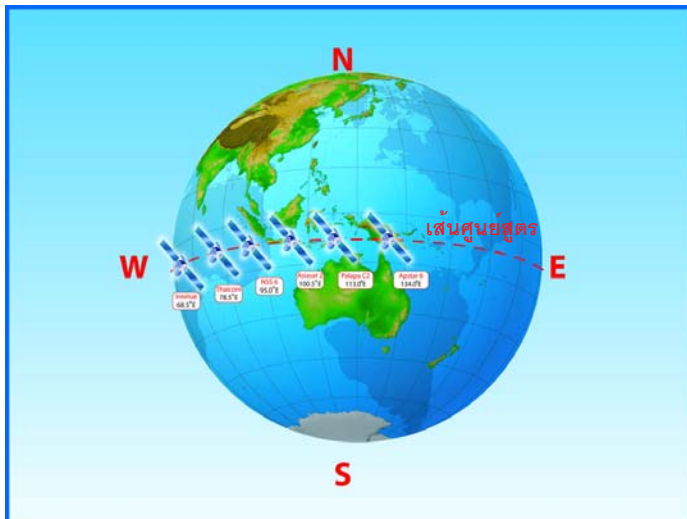
ข่าว และความรู้



ทีวีไทย

ข่าว และบันเทิง

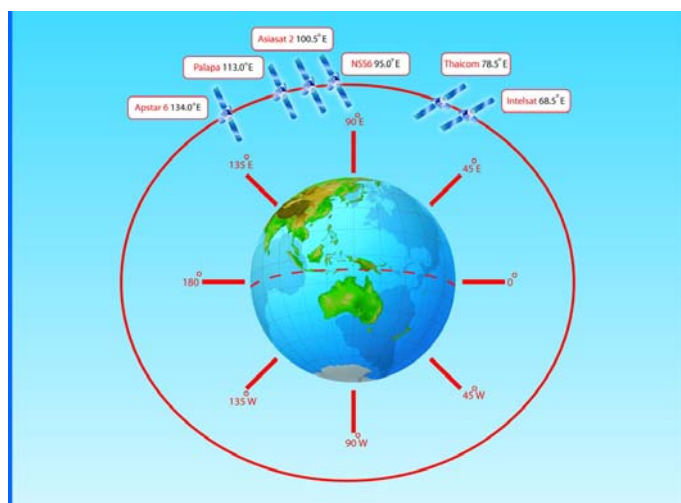
## วงโคจรของดาวเทียมเป็นอย่างไร?



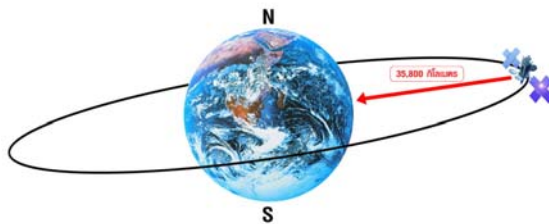
ดาวเทียมที่ใช้ส่งสัญญาณนั้นมีวงโคจรอยู่ที่ตำแหน่งเส้นศูนย์สูตร [Equator]  
 เส้นศูนย์สูตร คือเส้นแบ่งระหว่างซีกโลกเหนือกับซีกโลกใต้ (เส้นประสีแดง)

การที่ดาวเทียมไปลอยเหนือตำแหน่งดังกล่าว เพราะว่า

1. ต้องการอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวขับเคลื่อนดาวเทียม
2. ลดการใช้พลังงานในการขับเคลื่อน
3. ต้องการให้ดาวเทียมอยู่กับที่เพื่อใช้เป็นสถานีทวนสัญญาณ  
 (ดาวเทียมจะอยู่กับที่เมื่อเราอยู่บนพื้นโลก) ตัวอย่างตามรูป



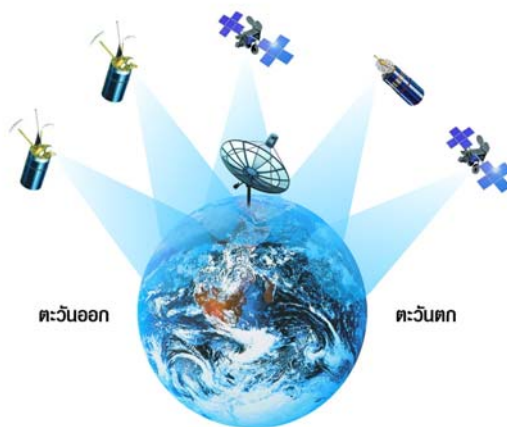
การที่ต้องทำให้ดาวเทียมโคจรรอบโลกเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเองก็เพราะว่า เมื่อดาวเทียมหมุนไปพร้อมกับโลก หากเราอยู่บนพื้นโลกก็เท่ากับดาวเทียมไม่มีการเคลื่อนที่ หากดาวเทียมมีการเคลื่อนที่จะเกิดปัญหาในการรับสัญญาณการทำให้ดาวเทียมอยู่กับที่ (เทียบกับพื้นโลก) ได้ต้องมีหน่วยงานภาคพื้นดินคอยควบคุมวงโคจรของดาวเทียม ซึ่งแต่ละประเทศก็ต้องมีหน่วยงานนี้ไว้คอยควบคุม เช่น ดาวเทียมไทยคมสถานควบคุมภาคพื้นดินตั้งอยู่ที่ อ.ลาดหลุมแก้ว จ. ปทุมธานี



ความห่างระหว่างดาวเทียมกับพื้นโลกเท่ากับ 35,800 กิโลเมตร

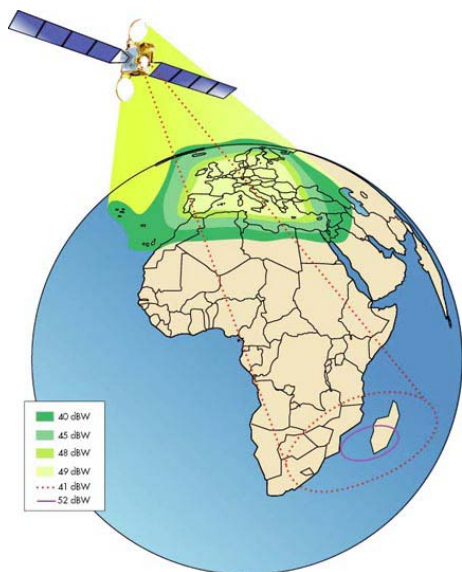
ระยะความห่างระหว่างดาวเทียมกับพื้นโลกที่เราต้องรู้เพราะเวลาเราจะติดตั้งเราต้องใช้ตัวเลขนี้ไปคำนวณในสูตรด้วย

## การส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่



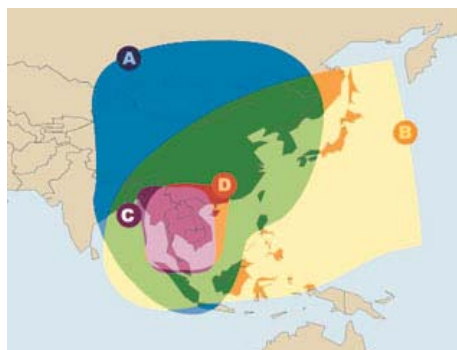
**ฟุตปริ้นท์ (Foot Print)** คือ ลำคลื่นสัญญาณดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นโลก ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีฟุตปริ้นท์ที่ต่างกันไป โดยสัญญาณที่ส่งจะเข้มที่สุดตรงจุดศูนย์กลาง และจะค่อยๆ จางลงเมื่อออกห่างจากจุดศูนย์กลาง



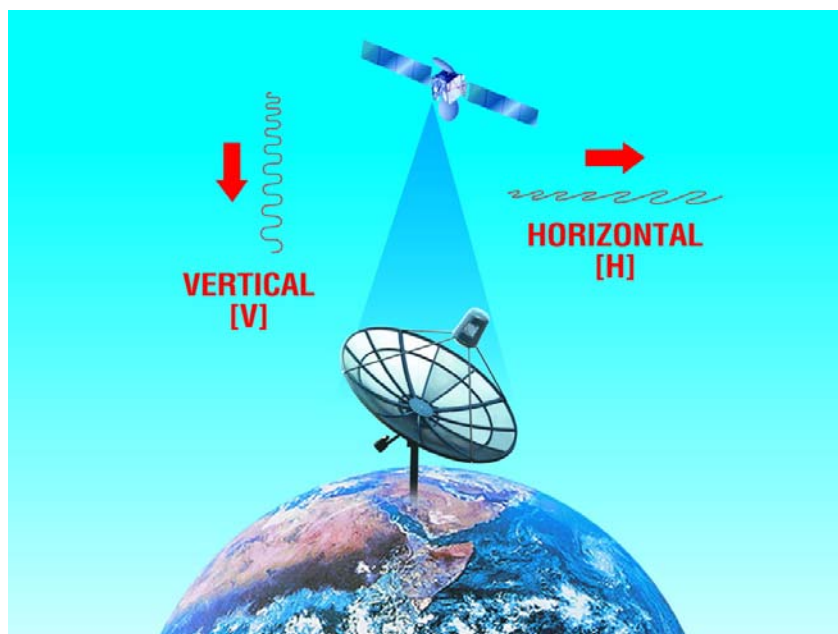


ลักษณะตามรูป ซึ่งจะเห็นเป็นแผนที่โลก และมีแถบสีม่วงเป็นฟุตพริ้นท์ ของระบบ KU-Band และแถบสีน้ำเงิน และส้มอ่อน เป็นระบบ C-Band

สัญญาณคลื่นไมโครเวฟที่ส่งจากดาวเทียมลงมา ยังพื้นโลกเราเรียกว่า บีม [BEAM] (ที่ทำแสงไฟให้เหมือนกับลำแสงไฟ) โดยสามารถที่จะควบคุมให้บีมไปลงยังพื้นที่เป้าหมายตามต้องการ ซึ่งมีระบบการควบคุมจากหน่วยงานภาคพื้นดินตามที่ถูกกล่าวไปแล้ว



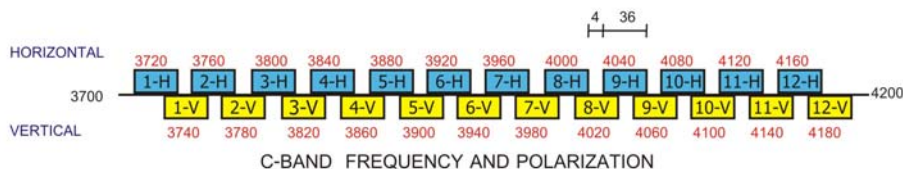
พื้นที่ ที่สัญญาณครอบคลุมบนพื้นโลกเราเรียกว่า "ฟุตพริ้นท์" [footprint] = FP



การส่งสัญญาณดาวเทียม มีทั้งแนว Ver และ Hor

## ทำไมสัญญาณถึงต้องมีสองแนวคลื่น [ POLARIZED ]

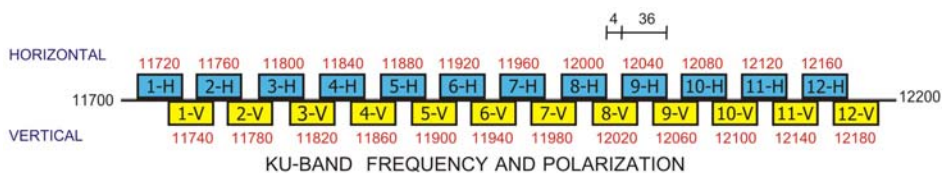
ช่วงกว้างความถี่ดาวเทียมมีความกว้างของคลื่น (แบนด์วิธ) [Bandwidth = BW] อย่างจำกัดของ ความกว้างของคลื่น [Bandwidth] ของระบบ C-Band เท่ากับ 480 MHz ซึ่งหนึ่งช่องสัญญาณ [ Transponder] หรือจะเรียกย่อๆ ว่า TP มี Bandwidth 40 MHz =  $480/40 = 12$  หากส่งเพียงขั้วเดียว ก็จะส่งได้เพียง 12 ช่องสัญญาณ [12Transponders]



การส่ง C-Band Thaicom ความถี่เริ่มตั้งแต่

3720 - 4160 MHz [H] สำหรับแนว Hor

3740 - 4180 MHz [V] สำหรับแนว Ver



เช่นเดียวกับระบบ KU-Band ซึ่งมี BW เท่ากับ 480 MHz โดยแบ่งออกเป็น KU High & KU Low

$$11,700 - 12,180 = 480 \text{ MHz}$$

$$= 480/40 = 12 \text{ เท่ากับส่งได้เพียง 12 ช่องสัญญาณ}$$

สัญญาณแนว Hor เริ่มตั้งแต่ความถี่ 11,720-12,160 MHz

ส่วนแนว Ver เริ่มตั้งแต่ความถี่ 11,740-12,180 MHz

ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นเพื่อให้ส่งช่องสัญญาณได้มากขึ้นวิธีการที่นำมาใช้คือ ส่งสัญญาณซ้อนกันไป โดยที่ส่งไปคนละขั้วคลื่นกันคือทาง Vertical และ Horizontal ซึ่งต่อไปจะใช้คำย่อว่า V และ H เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนกันของความถี่จึงแก้ปัญหาโดยซับซ้อนความถี่ให้สลับกัน (ดูรูปประกอบ) รูป KU-Band Frequency and Polarization

11,720 H

11,740 V

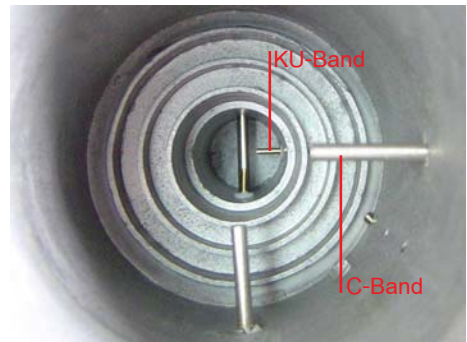
การส่งสัญญาณสลับกันไปแบบนี้ทำให้เพิ่มช่องสัญญาณขึ้นอีกเท่าตัว คือ 24 TP

### สรุป

ระบบการส่งสัญญาณมีสองขั้วคือ V และ H

ดังนั้น เวลารับสัญญาณทางภาคพื้นดินจึงต้องมีการตั้งขั้วคลื่นด้วยการตั้งขั้วคลื่นตัวรับ

## LNB ย่อมาจากคำว่า Low Noise Blockdown convertor



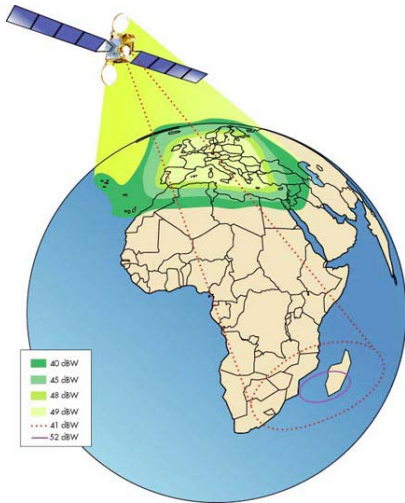
มีหลอดทองเหลืองด้านข้างเป็นสายอากาศ [Antenna] ของตัวรับ ซึ่งมีอยู่สองขั้วทางแนวตั้ง และแนวนอน เป็นระบบ C-Band

LNB C/KU-Band ที่รวมในตัวเดียวกัน จะเห็นมีเข็มสองตัวใหญ่ที่อยู่ด้านนอกเป็นระบบ C-Band ตัวเข็มจะมีลักษณะยาวกว่าเพราะความถี่ต่ำกว่า ส่วนตัวในเข็มจะมีขนาดที่สั้นกว่า เป็นระบบ KU-Band

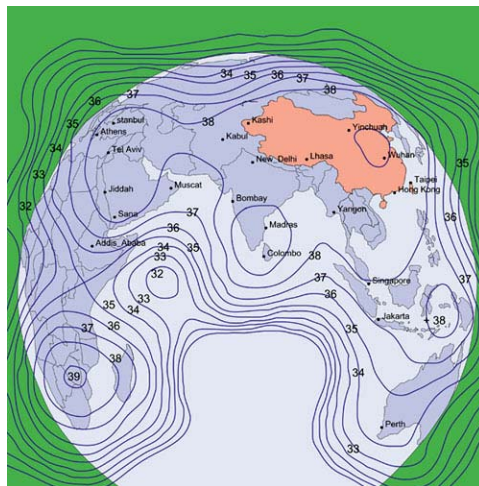


ตามรูปที่เห็นนี้เป็น LNB C/KU-Band ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จะมีตัว และรูปแบบตามที่เห็นอยู่นี้ (เรื่อง LNB จะมีเพิ่มเติมในบทท้าย)

# กำลังสัญญาณและการคำนวณหาอัตราส่วนความกว้างของจาน

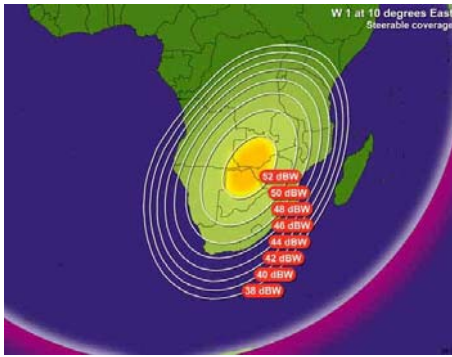


C-Band และ KU-Band จะมีค่าความแรงที่กำหนดมาในแต่ละพื้นที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับดาวเทียมแต่ละดวงที่ให้บริการ



## EIRP [Effective Isotropic Radiated Power]

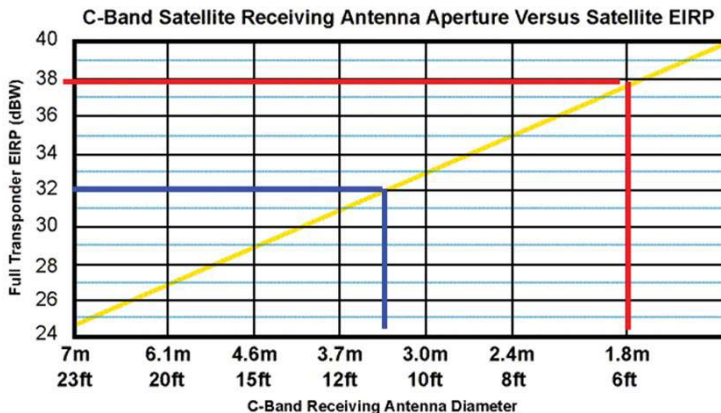
ค่า EIRP มีหน่วยวัดเป็น dBW [decibel Watt] เป็นค่าความแรงของสัญญาณดาวเทียมที่ส่งมา ค่า EIRP ในแต่ละพื้นที่ก็มีความแรงที่ไม่เท่ากัน โดยสังเกตได้จากเส้นขีดเป็นวงรอบบนแผนที่โลก ค่าความแรงจะเริ่มจากวงในสุดจะมีความแรงมากที่สุด และค่าจะลดลงตามวงที่เลือนออกไป ซึ่งดูจากรูปเป็นการให้บริการระบบ C-Band ค่าความแรงสูงสุดจากวงในจะอยู่ที่ 39 dBW วงรอง 38, 37 36 ตามลำดับ และอ่อนสุดที่ 32 dBW



## EIRP KU-Band

ระบบ KU-Band จะมี EIRP ที่แรงกว่าของ C-Band เนื่องจากพื้นที่ให้บริการเล็กกว่าทำให้ค่าความเข้มของสัญญาณมากกว่า C-Band ซึ่งวงในสุดจะมีค่า 52 dBW 51, 50, 49 และวงนอกต่ำสุด 47 dBW ค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวกำหนดความกว้างของหน้าจานที่มารับสัญญาณของดาวเทียม ดังนั้นการที่เรา รู้ค่าความแรงของสัญญาณที่ส่ง ทำให้เรารู้ว่าสัญญาณของดาวเทียมดวงนี้ต้องใช้ขนาด

หน้าจานเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) เท่าไรมารับสัญญาณ เพื่อให้ผู้ติดตั้งจานเกิดความสะดวก เราจึงเอาตารางข้างนี้ เพื่อเอาไปกำหนดขนาดหน้าจาน โดยให้ดูรูปตารางเปรียบเทียบกับจาน C-Band

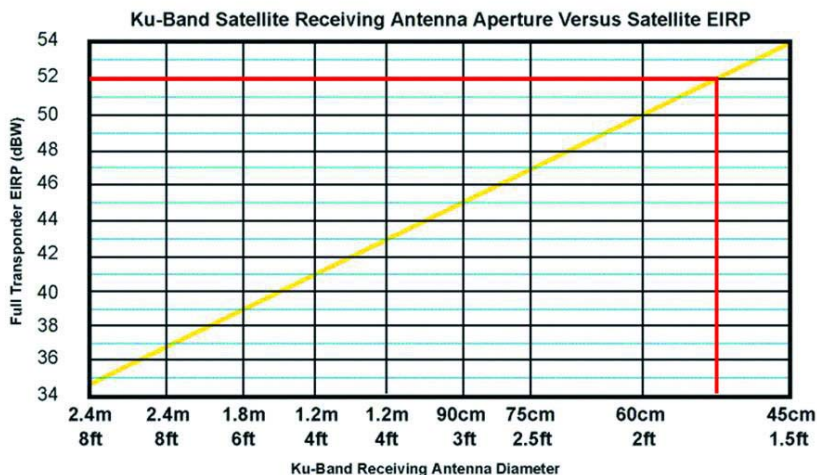


ดาวเทียมไทยคมให้บริการในพื้นที่ประเทศไทย ซึ่งมีความแรงของสัญญาณ 38 dBW เราต้องใช้หน้าจานขนาดเล็กที่สุดเท่าไรมารับสัญญาณ?

ตารางทางแนวดังเป็นการแสดงค่าความแรง dBW และทางแนวนอน แสดงค่าความกว้างของจาน มีหน่วยเป็นเมตร (M) ให้เราดูค่า EIRP การให้บริการมีความแรง 38 dBW ให้เราดูทางแนวดังที่เลข 38 ให้ใช้ไม้บรรทัดทางแนวนอนไปทางซ้าย (ตามเส้นสีแดงในรูป) ให้สังเกตเส้นสีเหลืองที่ทำเป็นมุมทะแยง 45 องศา โดยให้ไม้บรรทัดไปทับเส้นเหลือง จากนั้นให้เราใช้ไม้บรรทัดทางแนวตั้ง และให้ดูว่าตัวเลขทางแนวนอนได้ค่าเท่าไร จากรูปจะได้ค่า 1.8 เมตร หรือเท่ากับ 180 เซนติเมตร

แต่ถ้าหากความแรงมีค่า 32 dBW ให้ดูตัวเลข 32 ทางแนวดัง และเส้นที่ไปทับกับเส้นเหลืองแล้ว ทาบทางแนวดัง ลงไปจะทางตัวเลขทางแนวนอน ตัวเลขจะอยู่ระหว่าง 3.0-3.7 โดยประมาณ 3.4 เมตร คือถ้าจะรับต้องใช้จานขนาด 340 เซนติเมตรไปรับ





### วิธีการหาขนาดจาน KU-Band

ดูค่าความแรงในรูปแบบ KU-Band Receiver Antenna Diameter ระบบ KU-Band ความแรง 52 dBW ให้ดูตัวเลขทางแนวดิ่งที่ 52 และดูตามเส้นไปทางซ้ายจนถึงเส้นสีเหลือง แล้วหาปลงทางแนวดิ่ง และดูตัวเลขทางแนวนอนอยู่ที่ 45-60 ประมาณที่ 50 เซนติเมตร เท่ากับ 50 เซนติเมตร



ข้อมูลเพิ่มเติม ขนาดจานตามค่าที่คำนวณได้จากตาราง EIRP ที่ให้มานี้จะเผื่อขนาดไว้ 30%

หมายความว่า ขนาดของจานที่เราคำนวณได้นั้นเวลาใช้จริงขนาดจะเล็กลงได้อีก โดยเอาเลข 0.7 คูณด้วยตัวจานที่หาได้

ตัวอย่าง  $50 \times 0.7 = 35$  คือใช้หน้าจานขนาด 35 เซนติเมตร ก็รับได้ อีกตัวอย่าง เช่น ขนาดจาน C-Band  $180 \times 0.7 = 126$  คือใช้หน้าจานขนาด 126 เซนติเมตร ก็รับได้

## แล้วเขาเผื่อไว้เพื่ออะไร?

การที่เขาให้ขนาดหน้าจานเผื่อไว้ก็เพื่อในบางครั้งสัญญาณอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น บีมของสัญญาณเคลื่อน อากาศขึ้น ฝนตกสัญญาณที่ส่งลงมาเกิดการสูญเสีย (Loss) ไป หากเราใช้จานขนาดที่ใหญ่การรับภาพก็เป็นปกติ

**ยกตัวอย่าง** เรารับรายการ KU-Band TRUE เราสามารถใช้จานขนาด 35 เซนติเมตร รับได้ ซึ่งมีภาพปกติ ทุกประการความคมชัดของภาพเหมือนกับเราใช้จานขนาด 90 เซนติเมตรไปรับ แต่หากเกิดฝนตก เครื่องรับที่ใช้จานขนาด 35 เซนติเมตร ภาพจะเกิดการมาๆ หายๆ แต่เครื่องรับที่ใช้จานขนาด 90 เซนติเมตรไปรับยังรับภาพได้ (แต่ถ้าหากฝนตกหนักขึ้นภาพจากเครื่องรับที่ใช้จาน 90 เซนติเมตรก็หายได้เหมือนกัน เพราะสัญญาณของระบบ KU-Band ความถี่สูงจะเกิดการเสียสัญญาณได้เมื่อเกิดความชื้น)

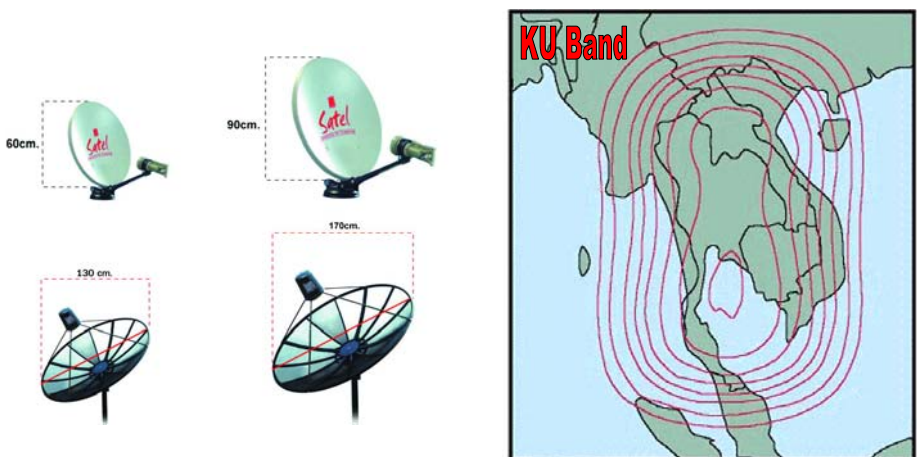
อย่างไรก็ตาม ระบบ C-Band จะไม่เกิดปัญหาดังกล่าว เพราะความถี่ของระบบนี้ต่ำกว่าของ KU-Band จึงไม่มีปัญหา ระบบ C-Band หากเราคำนวณจากตารางแล้วได้ค่าหน้าจานขนาด 180 เซนติเมตร เราคูณด้วย 0.7 ขนาดจาน 126 เซนติเมตร ก็รับได้ ของรายการนั้นได้โดยไม่เกิดปัญหาเหมือนกับระบบ KU-Band ที่กล่าวมาแล้ว

## แล้วทำไมถึงเห็นจานที่รับ C-Band มีขนาดเล็กสุดที่ 130 เซนติเมตร ?

สาเหตุที่เราต้องใช้จาน C-Band ที่มีขนาดนั้นไปรับก็เพราะว่าช่องรายการในดาวเทียมมีการส่งหลายประเทศ และหลายช่องรายการ แต่ละรายการก็มีค่าความแรงของสัญญาณที่ไม่เท่ากัน

**ยกตัวอย่าง** เช่น ช่องรายการทีวีไทยช่อง 9 มีความแรงสัญญาณ ขนาด 38 dBW แต่ช่องช่อง MVtv , FTV มีความแรง 30 dBW หากเราใช้จานขนาด 120 เซนติเมตร ไปรับก็จะรับได้แต่ช่อง 9 ส่วน ช่อง MVtv, FTV รับไม่ได้ ลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการรับรายการได้มากๆ ข้างจึงต้องใช้จานขนาดใหญ่เผื่อไว้ไปติดเพื่อให้รับรายการได้ครบทั้งดาวเทียม (รายการที่ดาวเทียมไทยคม 78.5 E ใช้จานขนาด 130 เซนติเมตร ก็รับได้ครบทุกช่อง)

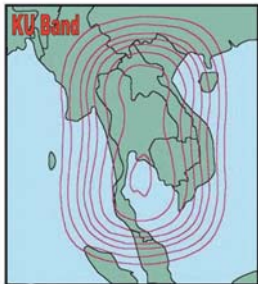
ตามเส้นสีแดงถ้าค่า EIRP มีค่า 45 dBW หน้าจาน ต้องกว้าง 90 เซนติเมตร



**หมายเหตุ** ปัจจุบันเราใช้จานดาวเทียมขนาด 130-150 เซนติเมตร กับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่มี จูนเนอร์ระบบ ETEG III ก็สามารถรับชมช่องรายการได้ครบเหมือนจานดาวเทียมขนาด 170 เซนติเมตร (ETEG III มีประสิทธิภาพในการรับสัญญาณอ่อนได้ดี)

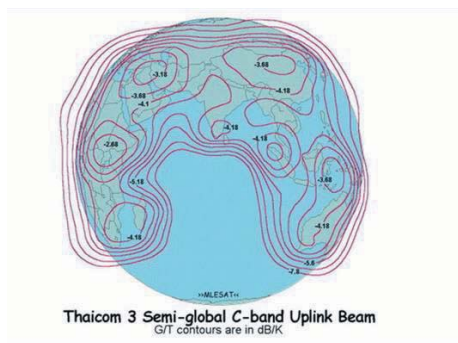
## ข้อดีข้อเสียของระบบ C-Band และ KU-Band

ระบบ KU-Band ครอบคลุมพื้นที่ได้น้อย จากรูปจะเห็นว่า ฟุตพริ้นท์ ที่ครอบคลุมพื้นที่เฉพาะในประเทศไทย และข้างเคียง แต่ระบบนี้มีความเข้มของสัญญาณสูงจึงใช้จานขนาดเล็กก็ได้ (35-75 เซนติเมตร)



**สรุป ข้อดีของระบบ KU-Band** คือใช้จานขนาดเล็กติดตั้งง่าย

**ข้อเสียของระบบ KU-Band** ครอบคลุมพื้นที่น้อย มีปัญหาเวลาฝนตก ส่วนใหญ่นิยมใช้ส่งทีวีบอกรับสมาชิก เช่น True Vision ของประเทศไทย, ASTRO ของประเทศมาเลเซีย



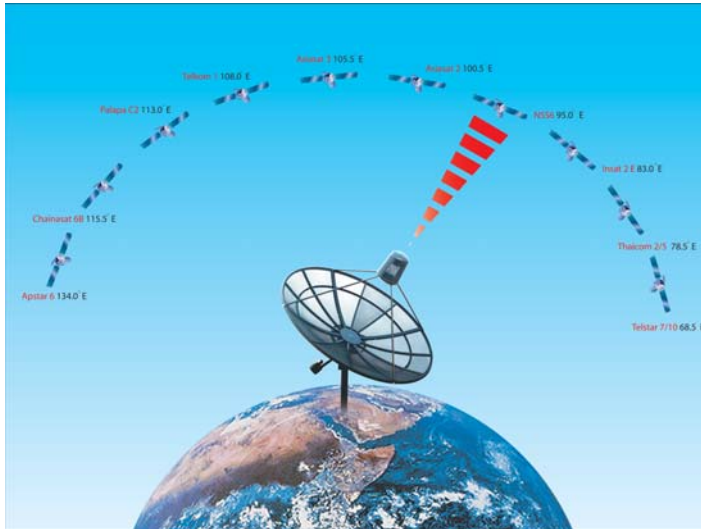
ระบบ C-Band ครอบคลุมพื้นที่ได้เป็นทวีป เมื่อสัญญาณมีบีบที่กว้างก็ทำให้สัญญาณอ่อนกว่าระบบ KU-Band เวลารับจึงต้องใช้จานที่ใหญ่กว่าไปรับทำให้การติดตั้งทำได้ยากกว่า แต่ข้อดีของระบบนี้คือ ใช้ในการส่งสัญญาณข้ามทวีป หมายความว่า หากเราไปอยู่ที่ยุโรปหรือข้ามฝั่งไปอยู่ที่ออสเตรเลีย เราก็ติดตาม C-Band รับรายการทีวีไทยได้ หรือในทางกลับกันคนต่างชาติที่เข้ามาอยู่ไทยก็ติดตาม C-Band รับรายการทีวีบ้านเขาได้เช่นกัน เช่น ช่อง BBC อังกฤษ / ช่อง TV5 ฝรั่งเศส / NHK ญี่ปุ่น / DW เยอรมัน และอีกกว่า 60 ประเทศ 350 ช่องรายการ

**สรุป ข้อดีของระบบ C-Band** รับรายการทีวีจากทั่วโลก โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายรายเดือน ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องภูมิอากาศ

**ข้อเสียของระบบ C-Band** ต้องใช้จานขนาดใหญ่กว่า ทำให้ช่างติดตั้งลำบาก

## ตำแหน่งดาวเทียม

ก่อนอื่นเราจะต้องรู้ก่อนว่าตำแหน่งของดาวเทียมดวงที่เราจะรับนั้นอยู่ที่ตำแหน่งอะไร เรารู้แล้วว่าดาวเทียมทุกดวงอยู่ที่เส้นศูนย์สูตร ซึ่งตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงนั้นต้องได้รับอนุญาตจากองค์การดาวเทียมระหว่างประเทศ หรือเรียกย่อว่า ITU (International Telecommunication Union) และดาวเทียมทุกดวงจะมีเลขท้ายต่อจากชื่อ ตัวเลขที่ต่อจากชื่อคือตำแหน่งเส้นแวง Longitude ที่ดาวเทียมดวงนั้นๆ ประจำอยู่



ชื่อดาวเทียมและพิกัด Longitude ที่ดาวเทียมประจำอยู่

ประเทศไทยได้พิกัดของดาวเทียมอยู่ 2 ตำแหน่ง คือ  $78.5^{\circ}\text{E}$  และ  $120^{\circ}\text{E}$

### วิธีการหาตำแหน่งของดาวเทียม

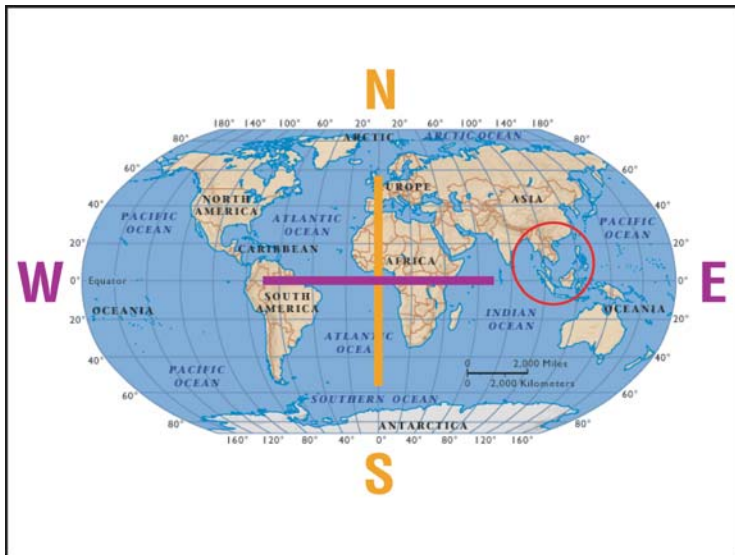
ประเทศไทย อยู่ซีกโลกทางด้านเหนือ โดยมีพิกัดอยู่ที่เส้นแวง [Longitude]  $97 - 106^{\circ}\text{E}$  ของคา  
และเส้นรุ้ง [Latitude]  $5-20^{\circ}\text{N}$

เส้นรุ้ง	=	Latitude ( ละติจูด )	คือเส้นแนวตั้ง
เส้นแวง	=	Longitude ( ลองจิจูด )	คือเส้นแนวนอน
เส้นศูนย์สูตร	=	Equator ( อีควาเตอร์ )	คือเส้นแบ่งระหว่างซีกโลกเหนือและใต้

ตำแหน่ง 97-106°E & 5-20°N คืออะไร?

97-106°E คือ เส้นแวงที่ 97-106 องศาตะวันออก

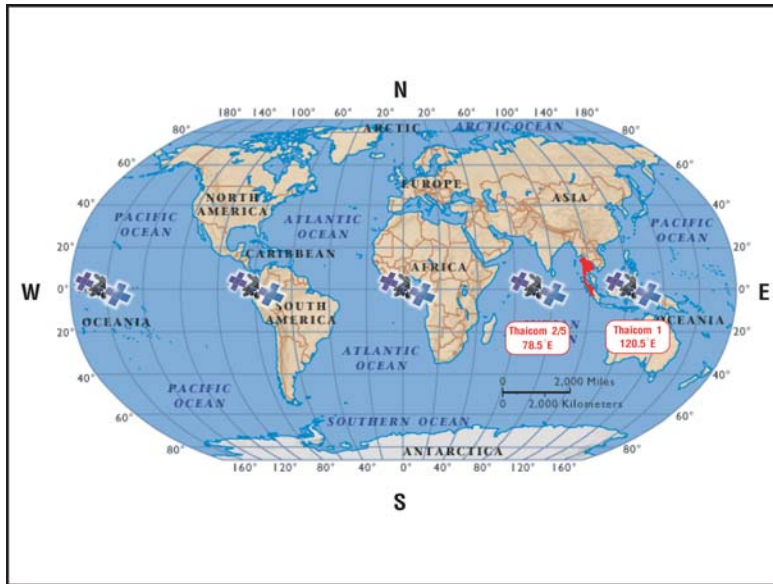
5-20°N คือ เส้นรุ้งที่ 5-20 องศาเหนือ



ดูจากแผนที่โลก ที่มีวงกลมไว้คือประเทศไทย และเส้นสีม่วงเป็นการแบ่งซีกโลกออกเป็นส่วนๆ จะเห็นได้ว่าเราจะอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร Equator ขึ้นไปทางด้านเหนือ [N] และอยู่ทางด้านตะวันออก [E] เช่นเดียวกัน ตำแหน่งของดาวเทียมทุกดวง ก็จะมีชื่อและตัวเลขกำกับบอกไว้เสมอ

Intelsat 7&10	68.5°E
ABS1	75.0°E
Thaicom 2&5	78.5°E
Thaicom KU	78.5°E
Insat 2E	83.0°E
NSS6 (KU)	95.0°E
AsiaSat 2	100.5°E
AsiaSat 3	105.5°E
Telkom 1	108.0°E
Palapa C2	113.0°E
Chinasat 6 B	115.5°E
AsiaSat 4	122.0°E
Apstar 6	134.0°E

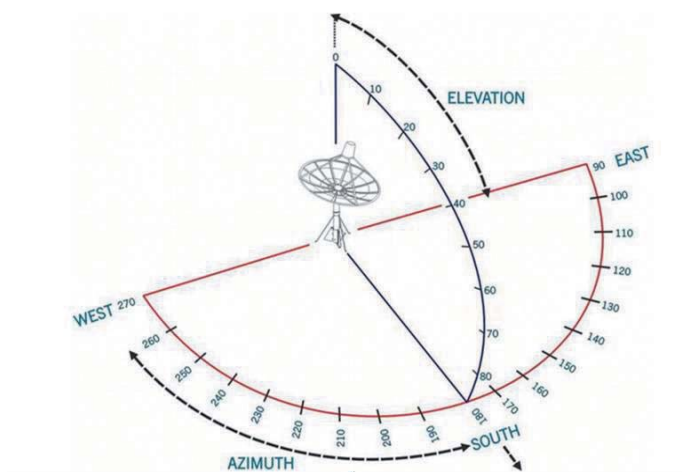




ตำแหน่งดาวเทียมจะลอยอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร (Equator) ซึ่งแต่ละดวงก็จะมี ความห่างกันตามที่ ทาง ITU กำหนดให้ ดาวเทียมที่เราจะรับได้จะอยู่ทางซีกโลกตะวันออก

หากเราอยู่ที่กรุงเทพฯ ควรปรับมุมหน้าจานที่เท่าไรจึงจะรับสัญญาณจากดาวเทียมไทยคม 78.5°E เมื่อเรารู้แล้วว่าเราอยู่ที่พิกัดเท่าไร และดาวเทียมดวงที่จะรับคือไทยคม 78.5°E

(ตัวอย่างที่ให้เป็นการหาค่ามุมก้มเงย [Elevation] EL และมุมสาย [Azimuth] AZ)



วิธีหามุมก้มเงย และมุมส่าย มีด้วยกัน 2 วิธี ดังนี้

1 ใช้สูตรในการหาโดยมีตัวอย่างให้ดูดังนี้

มุมเงย (ELEVATION ANGLE) : EL สูตรคำนวณ

$$EL = \tan^{-1} \left[ \frac{\cos \theta \cos \varnothing - \frac{R}{R+H}}{\sqrt{1 - \cos^2 \theta \cos^2 \varnothing}} \right]$$

มุมส่าย (AZIMUTH ANGLE) : AZ

$$AZ = \tan^{-1} \left[ \frac{\tan \varnothing}{\sin \theta} \right]$$

**ตัวอย่าง :** ต้องการรับสัญญาณดาวเทียม Thaicom 2/5 เป็นจานแบบฟิกซ์ที่ จ.กรุงเทพฯ ซึ่งตำแหน่งของเส้นรุ้ง (Latitude) เท่ากับ 13.4 องศา เส้นแวง (Longitude) เท่ากับ 100.3 องศา จงหามุมเงย และมุมส่ายของดาวเทียมที่มีชื่อรายการไทย 3, 5, 7, 9, 11, TITV, TGN, MVTV ซึ่งอยู่ตำแหน่งเส้นแวงที่ 78.5 องศา

**วิธีทำ**

จาก  $\theta$  = เส้นรุ้งของสถานที่ติดตั้ง (Latitude) = 13.4°E

$\varnothing$  = เส้นแวงของดาวเทียม **ลบด้วย** เส้นแวงของสถานที่ติดตั้ง (Longitude)  
= 78.5° - 100.3°  
ความต่าง = -21.8°

R = รัศมีของโลกเท่ากับ 6,370 KM.

H = ระยะความสูงของดาวเทียม 35,680 KM.

$$\frac{R}{R+H} = \frac{6,370 \text{ km}}{6,370 \text{ km} + 35,680 \text{ km}} = 0.1515$$

มุมเงย EL

$$\begin{aligned} &= \tan^{-1} \{[(\cos 13.4^\circ) (\cos 21.8^\circ)] - 0.1515\} / \{ \sqrt{1 - (\cos^2 13.4^\circ) \cdot (\cos^2 21.8^\circ)} \} \\ &= \tan^{-1} (0.7517 / 0.429) \\ &= \tan^{-1} (1.75) \\ &= 60.26 \text{ องศา} \end{aligned}$$

เทียบมุมเงย 90 องศา =  $90^\circ - 60.26^\circ$

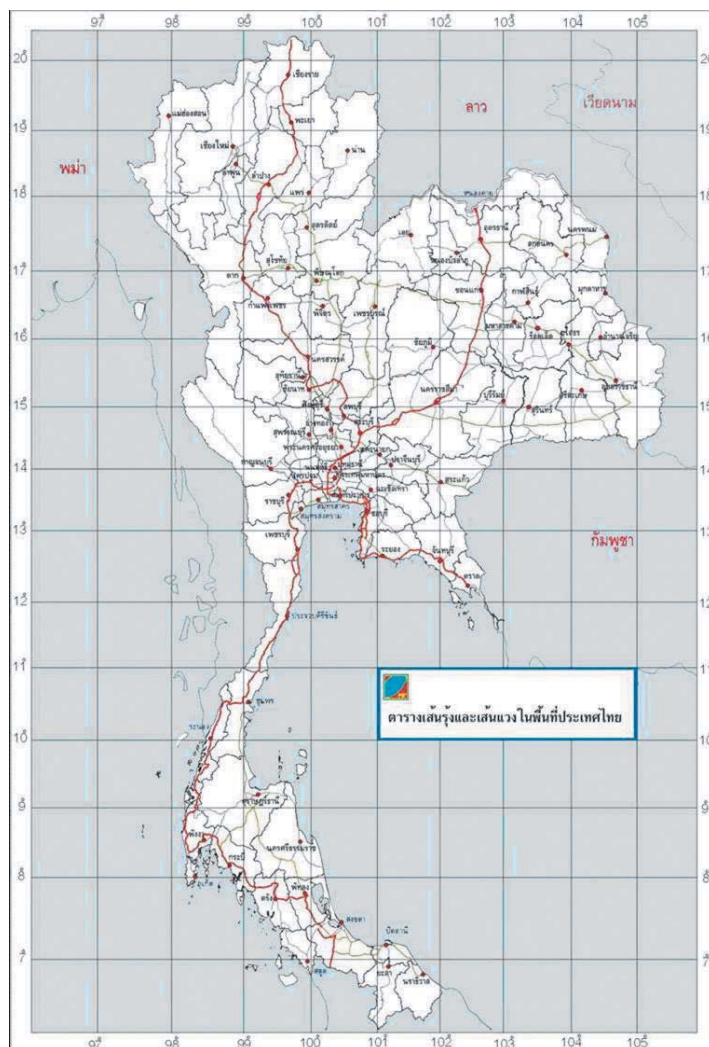
**มุมเงย** ( EL ) = 29.74 องศา

$$\begin{aligned}\text{มุมสาย AZ} &= \tan^{-1} (\tan - 21.8^\circ / \sin 13.4^\circ) \\ &= \tan^{-1} (-.4 / 0.232) \\ &= \tan^{-1} (- 1.724) \\ &= 59.89 \text{ องศา}\end{aligned}$$

เทียบ  $180^\circ$  กับทิศใต้ =  $180^\circ + (59.89)$

**มุมสาย** (AZ) = 239.9 องศา

จากตัวอย่างที่ให้นี้เราไปติดตั้งที่เชียงใหม่ก็ให้แทนค่าตำแหน่งของพื้นที่ของจังหวัดนั้นๆโดยดูจากแผนที่ที่เราหาซื้อได้จากร้านขายหนังสือทั่วไป แต่ต้องมีเส้นพิกัดบอกจึงจะใช้ได้ตามตัวอย่าง



## 2. ใช้โปรแกรมในเครื่องรับดาวเทียม (Receiver) หามุม

เครื่องรับรุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีฟังก์ชันนี้ให้มาด้วยเพื่อความสะดวกของช่างติดตั้ง เพราะบางท่านไม่ค่อยชอบการคิดเลขสักเท่าไร

ตัวอย่างหน้าตาเครื่องรับจะเป็นแบบนี้



เมื่อเปิดโปรแกรมเครื่อง (การใช้โดยละเอียดให้ไปอ่านในหมวดการใช้เครื่องรุ่น BONUS, O2, S-STAR S-3, S-5, S-7)

แถวที่ 1 คือ ค่าองศาจุดท้องถิ่น ทม. คือ 100.3

แถวที่ 2 คือ ค่าองศาจุดท้องถิ่น ทม. คือ 13.4

แถวที่ 3 คือ ค่าองศาจุดดาวเทียม ใส่ตัวเลขตำแหน่งดาวเทียมคือ 78.5

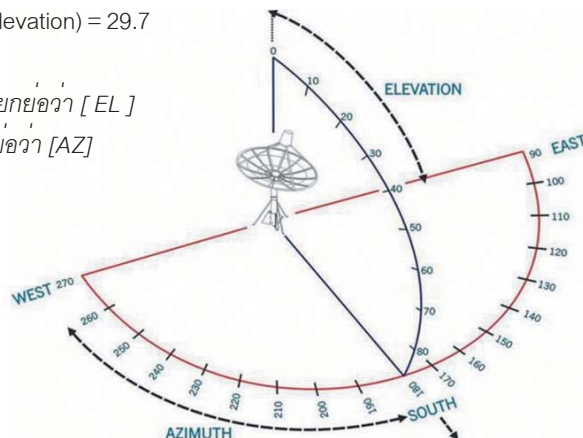
แถวที่ 4 คือ ค่ามุม, เมื่อใส่ค่าแล้วกดคำนวณ

แถวที่ 5 คือ มุมสาย (Azimuth) = 240.0

แถวที่ 6 คือ มุมก้มเงย (Elevation) = 29.7

มุมก้มเงย Elevation ซึ่งต่อไปจะเรียกย่อว่า [ EL ]

มุมสาย Azimuth ซึ่งต่อไปจะเรียกย่อว่า [ AZ ]





ตัวอย่างมุม AZ,EL จ. เชียงใหม่  
ดาวเทียม ไทยคม 78.5E



ตัวอย่างมุม AZ, EL จ. เชียงใหม่  
ดาวเทียม Asiasat 105.5E



ตัวอย่างมุม AZ,EL จ. สงขลา  
ดาวเทียมไทยคม 78.5°E



ตัวอย่างมุม AZ,EL จ. สงขลา  
ดาวเทียม Asiasat 105.5E



ตัวอย่างมุม AZ,EL จ. อุตรธานี  
ดาวเทียมไทยคม 78.5°E

### หมายเหตุ

ส่วนการติดตั้งงาน Dmove นั้นมีขั้นตอนที่ง่ายกว่า เพราะการหาตำแหน่งใช้ เพียงมุม EL เท่านั้น ส่วนมุม AZ ต้องตั้งอยู่ที่ 180 องศา คือ หันไปทางทิศใต้เท่านั้น เพราะงานแบบ Dmove จะมีมุมกวาดหาดาวโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีรายละเอียดเพิ่มเติมในการติดตั้งงาน Move



## เครื่องมือสำหรับวัดมุม Angle

เมื่อได้ค่ามุม AZ & EL แล้วให้ใช้ค่าที่ได้นี้ไปปรับมุมที่คอจาน โดยมีเครื่องมือที่ใช้



1. ตัววัดมุม



4. ปรับคอจานก้มลงให้ได้มุมเอียงโดยประมาณ



2. ทำการเช็คค่าตัววัดมุมให้ค่าเป็นศูนย์ก่อนการใช้



5. ดูที่ตัวเลขที่เข็มชี้ให้ได้ค่า EL ที่ 29.7 องศา

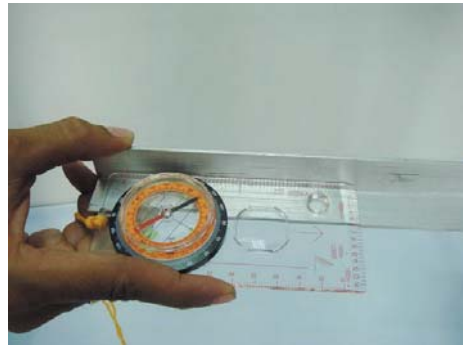


3. ให้ใช้ตัววัดมุมไปจับที่ใต้คอจาน

## เครื่องมือสำหรับปรับมุมสาย



1. เข็มทิศ Compass



4. วางเข็มทิศลงบนอลูมิเนียมฉาก



2. ปรับตัวเลข 240 ของวงในสีส้ม มาตรงกับตัว N (วงนอกสีดำ)



5. ทำการปรับมุมสายหน้าจาน ช้าย/ขวา



3. ใช้อลูมิเนียมฉากไปจับติดกับคอจาน (ที่ต้องเป็นอลูมิเนียมเพราะไม่มีสนามแม่เหล็กไปรบกวนตัวเข็มทิศ)



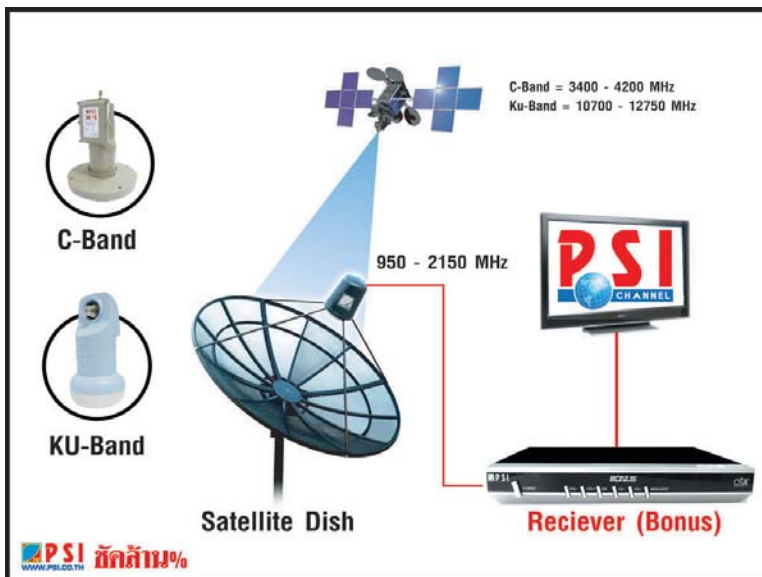
6. สายหน้าจานจนเข็มชี้สีแดงมาตรงกับตำแหน่ง N ของวงในสีส้ม

### ข้อควรระวัง

ต้องให้อยู่ในแนวระนาบและปล่อยให้หนึ่งไว้สักพัก เพื่อให้เข็มทิศเลื่อนไปอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง (ขั้นตอนการปรับ)

## การรับสัญญาณจากดาวเทียม

เราทราบแล้วว่า สัญญาณที่ส่งจากดาวเทียมมี 2 ระบบ คือ C/KU-Band แล้วในภาครับจะต้องแยกอุปกรณ์หรือไม่ ?



ในภาครับมีอุปกรณ์สำคัญอยู่ 3 ตัวคือ

1. Satellite Dish จานสะท้อนสัญญาณดาวเทียม
2. LNB (Low Noise Block down convertor) ตัวรับขยาย และปรับเปลี่ยนความถี่
3. Receiver เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

### จานดาวเทียม

ทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียม และสะท้อนสัญญาณไปยังจุดโฟกัส ( ตำแหน่งที่ติดตั้ง LNB ) โดยจานดาวเทียมระบบ C-Band จะมีลักษณะส่วนโค้งเป็นพาราโบลา



## วัสดุที่ผลิตหน้าจานดาวเทียม

### 1. อลูมิเนียม

**ข้อดี** มีน้ำหนักเบา, ไม่เป็นสนิม, ไม่ดูดซับสัญญาณดาวเทียม ( การกีดขวางสัญญาณดี ) และติดตั้งง่าย อายุการใช้งานยาวนาน

**ข้อเสีย** ราคาแพง

### 2. เหล็ก

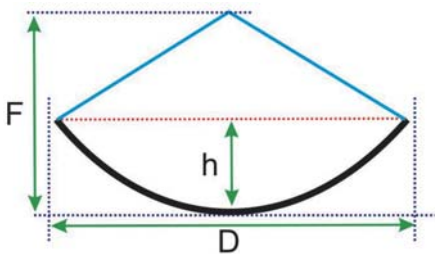
**ข้อดี** ราคาถูกกว่าการใช้อลูมิเนียม

**ข้อเสีย** ขึ้นสนิมเวลาใช้งานสักระยะ, มีน้ำหนักมาก และดูดซับสัญญาณ ( สัญญาณดาวเทียม คือ คลื่นแม่เหล็กชนิดหนึ่ง )

## ทำไมจานดาวเทียมต้องพ่นสีดำด้าน

**สาเหตุ** ที่พ่นสีดำเพราะเป็นสีที่ไม่สะท้อนแสง หากใช้สีที่สะท้อนแสงจะทำให้เกิดการรวมแสงไปยังจุดโฟกัส มีผลทำให้ LNB อาจจะพังหรือเสียหายก่อนเวลา ( อายุการใช้งานต่ำลง )

## การออกแบบจานดาวเทียม



F = จุดรวมสัญญาณที่สะท้อนมาจากหน้าจาน (Focus Point) โดยมีการวัดระยะทางจากถึงจุดโฟกัส

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของหน้าจาน ( Diameter )

H = ค่าความลึกของท้องจานถึงปากขอบของจาน (Depth )

$$\text{สูตร } F = D^2 / 16 h$$

**ตัวอย่าง** จานดาวเทียมขนาด 170 เซนติเมตร

ความลึกของจาน 29 เซนติเมตร ค่าโฟกัสจะเท่ากับ?

$$\text{สูตร } F = D^2 / 16 h$$

ดังนั้น  $F = (170 \times 170) \text{หาร } (16 \times 29)$

$= (28,900) \text{หาร } (464)$

$= 62.28 \text{ เซนติเมตร}$

## หมายเหตุ

1. ปัจจุบันคนไทยนิยมติดตั้งจานดาวเทียมแบบโปร่งขนาด 130 -150 เซนติเมตร

เพราะมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ไม่ต้านลม และติดตั้งง่าย กรณีที่มีการแยกหลายจุดแนะนำให้เลือกใช้งานขนาด 150 หรือ 170 เซนติเมตร

2. จานดาวเทียม C-Band ก็รับสัญญาณระบบ KU-Band ได้ เพราะทางผู้ผลิตได้ผลิตรูตะแกรงให้รองรับการรับสัญญาณทั้ง 2 ระบบ

## LNB ( Low Noise Blockdown Converter )

หน้าที่รับสัญญาณดาวเทียมที่จุดโฟกัส แล้วขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้น แล้วแปลงสัญญาณให้มีความถี่ที่ต่ำ ( 950-1750 MHz ) ก่อนส่งออกจาก LNB แล้วส่งผ่านสายนำสัญญาณ RG-6 เข้าสู่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต่อไป

## ชนิดของ LNB



1. LNB C-Band 1 เอาท์พุท ( X1, C1 )

เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียว



2. LNB C-Band 2 เอาท์พุท ( C2A )  
เหมาะสำหรับติดตั้ง 2 จุด หรือมากกว่า

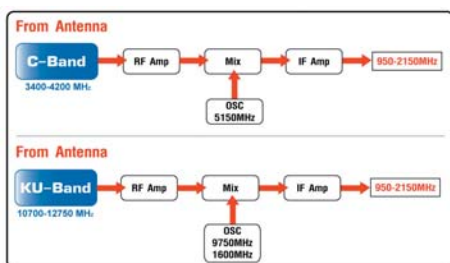


3. LNB C& KU-Band 2 เอาท์พุท ( C/KU )  
เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียว ที่ต้องการรับสัญญาณดาวเทียมทั้งระบบ C-Band และ KU-Band



4. LNB KU-Band ( K3 )  
เหมาะสำหรับติดตั้งจุดเดียว

### บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของ LNB



จากรูป LNB C-Band รับสัญญาณจากดาวเทียมมีความถี่ 3.4 - 4.2 MHz ส่งเข้าไปขยายสัญญาณก่อน เพื่อให้สัญญาณแรงพอ แล้วส่งต่อไปกับภาครวมสัญญาณ และปรับลดความถี่ลง ซึ่งมีภาคผลิตความถี่เพื่อนำไปลบความถี่ทางเข้าให้ออกไปเป็นความถี่กลาง IF โดยมีการทำงานดังนี้

**สมมติ** สัญญาณทาง RF เข้ามา 3625 MHz ภาค OSC ที่ผลิตความถี่ 5150 ขึ้นมา เมื่อส่งไปลบกับความถี่ทางเข้า ก็จะได้  $5150 - 3625 = 1525$  MHz หรือ ทางเข้าส่งมา 4120 MHz ก็จะได้ค่า  $5150 - 4120 = 1030$  MHz

ส่วนบล็อกด้านล่างเป็น ระบบ KU-Band สัญญาณทางเข้าสูงกว่า แต่สัญญาณทางออกที่ IF เท่ากัน โดยมีการทำงานดังนี้

ในระบบ KU-Band มีแบนด์วิธที่กว้างมาก จึงต้องแบ่งความถี่ออกเป็น 2 ย่านความถี่ คือ ความถี่ต่ำกับความถี่สูง เพื่อให้สัญญาณที่ผ่านตัว LNB แล้วจะได้ความถี่ IF อยู่ในย่าน 950 ไม่เกิน 2150 MHz มีการทำงานดังนี้

ความถี่ต่ำเริ่มตั้งแต่ 10700 - 11700 MHz และย่านความถี่สูงเริ่มตั้งแต่ 11700 - 12750 MHz

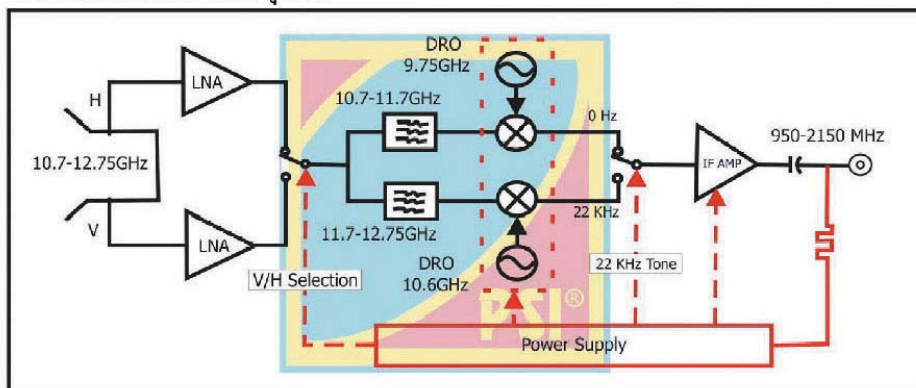
**สมมติ** สัญญาณเข้ามาเป็นความถี่ 10800 ซึ่งเป็นย่านความถี่ต่ำ ภาคผลิต OSC ก็จะมีผลิตความถี่ไปหักล้างเป็นความถี่ 9750 MHz ความถี่ที่ได้ออกทาง IF ก็ได้เท่ากับ 1050 MHz

หากสัญญาณทาง เข้าที่ RF 12000 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่สูงภาคผลิตความถี่ OSC ผลิตความถี่ไปหักล้าง 10600 MHz ได้ ความถี่ทาง IF เท่ากับ 1400 MHz ซึ่งอยู่ในย่านที่กำหนดไว้ หากไม่มีภาคผลิต แยกสองชุดย่านความถี่ทาง IF จะกว้างมากเกินไป ทำให้เครื่องรับสัญญาณไม่สามารถจูนได้ย่านความถี่ที่กว้างได้ขนาดนั้น



ยกตัวอย่าง ทางเข้า RF 12000 ภาคผลิตไม่ได้  
เปลี่ยนความถี่ผลิตที่  $9750 = 12000 - 9750 = 2250$   
MHz ซึ่งเกินกว่าที่ Receiver จะรับได้

### บล็อกไดอะแกรม LNB รุ่น K3



ระบบการผลิตความถี่และการควบคุมการทำงาน  
LNB KU-Band เป็นดังนี้

จากบล็อกไดอะแกรมสัญญาณทางเข้ามามีสองแนว  
คือ ทาง H และ V ความถี่ตั้งแต่ 10700-12750 MHz  
จะผ่านภาคขยายสองทางมารอที่ SW V/H ซึ่งสวิทซ์  
นี้จะทำงานโดยผ่านการควบคุม จากเครื่อง  
รีซีฟเวอร์ ส่งแรงไฟมาปรับเปลี่ยน โดยมีแรงไฟต่าง  
กันดังนี้

ถ้าแรงไฟที่ส่งมา 13v สวิทซ์จะตัดมาทาง  
V และถ้าแรงไฟส่งมาเป็น 18v สวิทซ์ก็จะตัดไปทาง  
H สัญญาณที่ได้รับการเลือกแล้วจะส่งไปรอที่ชุด  
หักลบความถี่สัญญาณที่เข้ามานี้จะมารอที่ชุดหักลบ  
ความถี่ตลอดเวลาอยู่ แล้วเพราะดาวเทียมโดยปกติ  
ก็ต้องส่งลงมาตลอดย่านความถี่ขึ้นอยู่กับว่าเรา  
ต้องการรับย่านความถี่ใด ก็ส่งให้ชุดผลิตความถี่  
ย่านสูงหรือต่ำไปหักล้าง

หากเราต้องการรับย่าน KU-Band ต่ำ  
10700MHz ก็สั่งให้ Receiver ส่งความถี่ 0 KHz  
ไป ชุดสวิทซ์จะสับไปรับด้านบน ที่เขียนว่า 0 Hz  
สัญญาณที่ได้ก็จะได้จากชุด OSC ความถี่ต่ำ  
แต่หากเราต้องการรับย่านความถี่ KU High เราก็  
สั่งให้ Receiver ส่งความถี่ 22 KHz ไปสวิทซ์ก็จะ

สับมาทาง 22 KHz ซึ่งเป็นชุดผลิตความถี่สูง  
การแก้ปัญหานี้ด้วยการผลิตความถี่ขึ้นมา สองชุด  
นี้ก็ช่วยให้สัญญาณ IF อยู่ในย่านที่ไม่เกิน

หาก Receiver ตั้งโปรแกรมค่าความถี่ของ LNB  
( OSC ) ไม่ตรงกับตัว LNB ก็จะได้รับภาพไม่ได้

### ยกตัวอย่าง

เราต้องการรับช่องรายการทีวีไทย ซึ่งส่งมาในย่าน  
C-Band เวลาเราตั้งโปรแกรมแต่ไปเลือก 9750  
ซึ่งไม่ตรงกับความถี่ย่านที่เราต้องการก็จะรับภาพไม่ได้  
การเลือกที่ถูกต้องคือ ต้องเลือกไปที่ 5150

อีกตัวอย่าง เราต้องการรับ KU-Band 12500 แต่ไป  
ตั้งโปรแกรมเลือก 9750 ซึ่งผิดระบบ ก็ไม่สามารถ  
รับสัญญาณได้ ซึ่งผู้ติดตั้งใหม่จะมีปัญหาแบบนี้  
บ่อยมาก และจะโทษว่า LNB เสีย



จากรูปคือ LNB แต่ละประเภทการใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนาไปมาก นอกจากราคาไม่สูงแล้ว คุณภาพยังดีกว่าสมัยก่อน LNB C/KU-Band ตัวที่เห็นอยู่นี้ ก็เป็นวิวัฒนาการใหม่ที่นำเอา LNB C-Band และ KU-Band มารวมกันเพื่อรับสัญญาณที่จุดไฟกัสตำแหน่งเดียว ซึ่งเมื่อสมัยก่อนจะต้องติดตั้งแยกออกอีกงานหนึ่งแต่ถ้าใช้ C/KU ตัวนี้ก็ติดตั้งได้เลย

### ข้อมูลเพิ่มเติม

การที่ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของ LNB แบบนี้ก็เพื่อเวลาเราไปติดตั้ง และต้องทำการโปรแกรม เครื่องบางความถี่เพิ่มเติมจากความถี่มาตรฐานที่โรงงานให้มาแล้วจะได้เข้าใจถึงสาเหตุที่เราต้องเลือกตั้งค่าความถี่ เช่น

5150 MHz    9750 MHz  
10600 MHz    10750 MHz  
11300 MHz

### เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Receiver )

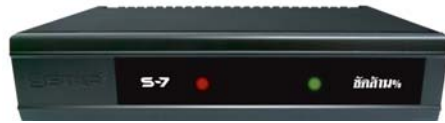
หรือที่เรียกว่า รีซีฟเวอร์ ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ได้รับมาจาก LNB ให้ออกมาเป็นสัญญาณภาพ และสัญญาณเสียง หรือ RF ( Radio Frequency ) เพื่อส่งต่อเข้าทีวี นอกจากนี้รีซีฟเวอร์ยังทำหน้าที่เลือกของรายการที่ต้องการชม

รีซีฟเวอร์ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญมาก ซึ่งการเลือกใช้ต้องมีข้อมูลดังนี้

รีซีฟเวอร์ มีอยู่ 2 ประเภท

1. รีซีฟเวอร์แบบฟิกซ์ เช่น BONUS, O2
2. รีซีฟเวอร์แบบมูฟ เช่น Dmove  
(จะมีจุดต่อกับมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนจานดาวเทียมได้)

รีซีฟเวอร์ในแต่ละแบบก็ยังมีให้เลือกแบบ FTA หรือ FTA+Scramble



#### 1. รีซีฟเวอร์ แบบ FTA ( Free to air )

คือรับชมรายการฟรีทีวีอาทิเช่น S-7, S-5 และ S-3



#### 2. รีซีฟเวอร์ แบบ FTA + Scrambled

คือ รับชมรายการฟรีทีวี และเข้ารหัส ( หากต้องการรับชมรายการที่เข้ารหัสต้องเสียเงินเป็นรายเดือน ) เช่น BONUS, O2 จะถอดการเข้ารหัสแบบ Neotion ได้

### หมายเหตุ

หากเครื่องรับรุ่นไหน มีฟังก์ชั่น ETEG จะทำให้รับสัญญาณอ่อนๆ ได้ดีมาก

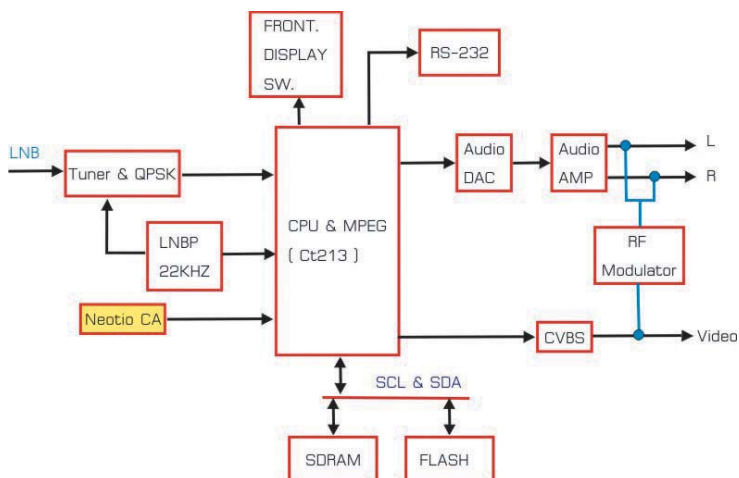
# ETEG III



สุดยอดของประสิทธิภาพความไวในการรับสัญญาณ รับภาพได้ไว กินไฟน้อย อายุการใช้งานนานขึ้น ทำให้รับภาพจากช่องที่สัญญาณอ่อนได้ดีจนสังเกตได้ด้วยสายตา ซึ่งใช้ชิปไฮเทคจากเยอรมัน

ซึ่งใช้ร่วมกับจานขนาด 130 เซนติเมตรก็รับรายการทีวีไทยได้ครบ

## บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของรีซีฟเวอร์



1. เริ่มจากสัญญาณที่มาจาก LNB ส่งผ่านสายนำสัญญาณเข้ามาที่ Tuner & QPSK เพื่อทำการเลือกความถี่ที่ต้องการ และ กลับคืนสัญญาณให้ถูกต้อง

2. ส่งสัญญาณที่ได้จาก Tuner & QPSK เข้าไปที่ไอซี CT213 ซึ่งไอซีตัวนี้ทำหน้าที่หลายอย่างตั้งแต่ QPSK Demodulator , TS Demux , MPEG-2 , A/V Decoder, OSD, TV Encoder และ CPU โดยทำงานร่วมกับ Flash , SDRAM

3. หากช่องรายการมีการเข้ารหัส ไอซี CT213 จะไปติดต่อกับ Neotio CA เพื่อถอดรหัสสัญญาณ

4. หลังจากผ่านไอซี CT213 ก็จะได้สัญญาณออกมา 2 แบบ คือ

- 4.1 สัญญาณภาพ ( CVBS ) หรือ ที่เรียกว่า Video
- 4.2 สัญญาณเสียงจะต้องผ่านไปที่ Audio DAC เพื่อแปลงจากดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก และต่อเข้ากับ Audio Amp ซึ่งตรงนี้ก็คื สัญญาณเสียง L กับ R

5. สัญญาณภาพและเสียง ถูกส่งต่อไปที่ RF Modulator เพื่อได้สัญญาณ RF

## คำย่อต่างๆ ในระบบดิจิทัล

SR	[Symbol Rate]
PID	[Program Identification]
FEC	[Forward Error Correction]
A	[Audio]
V	[Video]
MPEG	[Moving Picture Expert Group]
FTA	[Free to Air]
QPSK	[Quadrature Phase Shift Key]
TDMA	[Time Divetion Multiple Access]
DisEqc	[Digital Satellite Equipment Control]
PCM	[Pulse Code Modulator]
SCPC	[Single Channel Per Carrier]
MCPC	[Multi Channel Per Carrier]

## ข้อแนะนำ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ LNB & Receiver จำเป็นมากพอสมควรสำหรับช่างที่ต้องการศึกษาเพิ่มให้ลึกลงไปเพื่อที่จะติดตั้งระบบงานที่สลับซับซ้อน เช่น การรับงานที่ลูกค้าต้องการรับหลายดวงหลายจุด และดูได้อย่างอิสระ ซึ่งระบบเหล่านี้จำเป็นต้องติดตั้ง Software และโปรแกรมเพิ่มจากมาตรฐานที่โรงงานใส่ไว้ ซึ่งจะมีข้อมูลเพิ่มในบทต่อไป

# OTA มาตรฐานสำหรับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม



## OTA คืออะไร

OTA ย่อมาจาก Over-The-Air แปลตรงตัวว่าผ่านทางอากาศ ซึ่งในความเป็นจริง OTA คือการถ่ายข้อมูลจากดาวเทียมลงสู่เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมโดยตรง



ปกติหากเราต้องการถ่ายข้อมูลใหม่ๆ จากคอมพิวเตอร์ เข้าสู่เครื่องรับฯ เราจำเป็นต้องใช้สายออปติคัลต่อเข้าไปที่พอร์ต RS232 ที่หลังเครื่องรับแต่ละเครื่อง ข้อจำกัดของวิธีการแบบนี้คือ ช่างติดตั้งจำเป็นต้องมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ และต้องมีคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ต RS232 โดยการออปติคัลแต่ละครั้งก็ทำได้แค่ครั้งละ 1 เครื่อง

ยิ่งเครื่องรับฯ อยู่กระจัดกระจายกันคนละที่ช่างติดตั้งก็ต้องเสียเวลาเดินทางไปตามที่แตกต่างกันอีกด้วย ประกอบกับดาวเทียมไทยคมที่เราใช้รับชมช่องรายการกันเป็นหลักนั้นมีการจัดสรรความถี่กันบ่อยครั้ง หากทุกๆ ครั้งที่สถานีไทยคมเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ นั้นหมายถึงว่า ช่างติดตั้งจะต้องเข้าไปเปลี่ยนความถี่ที่เครื่องรับฯ ตามบ้านลูกค้าแต่ละที่ ซึ่งสร้างความไม่สะดวก และเกิดค่าใช้จ่ายตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ฉะนั้น เทคโนโลยี OTA จะเข้ามาอุดช่องโหว่ที่ว่านี้ได้ เพราะเมื่อทุกครั้งที่ต้องรายการในดาวเทียมไทยคมมีการเปลี่ยนแปลง PSI จะส่งไฟล์ความถี่ใหม่ขึ้นสู่ดาวเทียมไทยคม เครื่องรับฯ ที่มีฟังก์ชันรองรับการ OTA จะรับไฟล์ใหม่นี้ได้ผ่านทางดาวเทียมทันที ณ. ขณะนี้มีเครื่องรับสัญญาณฯ ของ PSI 3 รุ่นที่รองรับ OTA คือ Dfix OTA, BONUS และ O2



## OTA สำคัญ และมีประโยชน์อย่างไร

ในปัจจุบัน ช่องรายการที่ออกอากาศจะเป็นระบบดิจิทัลกันเกือบทั้งหมด เพราะข้อดีที่เห็นได้ชัดคือราคาถูก และมีความชัดเจนกว่าระบบอนาล็อกมากกว่าหลายเท่า ประกอบกับกฎหมายด้านโทรคมนาคมในประเทศไทยกำลังเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนผ่านเพราะในขณะนี้เทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว

แต่กฎหมายที่บังคับใช้อยู่ในขณะนี้เขียนขึ้นมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 หากนับย้อนไปเวลากว่า 52 ปี แน่หนอนที่สุดว่าเนื้อหาจะล้าหลังชนิดที่จินตนาการไม่ได้เลยทีเดียว ฉะนั้นกฎหมายตัวใหม่จะถูกผลักดัน (อาจจะเป็นการจุดกระชากลากฎไปด้วย) ให้มีความคล่องตัว และสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่กำลังใช้อยู่มากขึ้น ที่แน่ๆ ก็จะเป็นการนำเอาช่องรายการที่เกิดขึ้น ก่อนหน้านั้นหลายสิบช่องเอากลับ

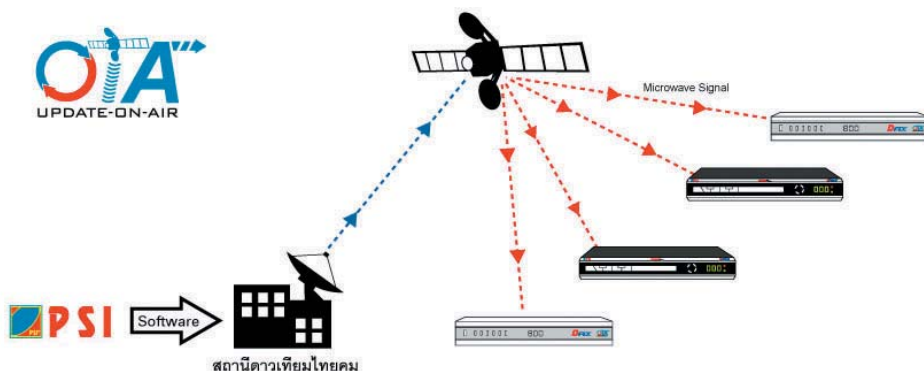
เข้ามาอยู่ภายใต้การกำกับของหน่วยงานรัฐ (ทุกวันนี้  
ช่องรายการต่างๆ ใช้สัมปทานดาวเทียมของประเทศ  
เพื่อนบ้าน ซึ่งทำให้รัฐสูญเสียรายได้มหาศาลในแต่ละปี) เมื่อความขัดแย้งเกิดขึ้น อุตสาหกรรมการ  
ถ่ายทอดรายการไทยผ่านดาวเทียมจะเฟื่องฟูขึ้น  
อย่างทวีคูณ นั่นหมายความว่า ช่องรายการใหม่ๆ จะ  
เกิดขึ้นมาอีกอย่างต่อเนื่อง

ประเด็นสำคัญคือ หากผู้ใช้จานดาวเทียมฯ ไม่  
ทราบความถี่ใหม่ๆ ในแต่ละช่องรายการ หรือรู้แต่  
จนเข้าไปในเครื่องรับสัญญาณ ไม่เป็น ผู้ใช้ก็ไม่สามารถ  
รับชมช่องใหม่ๆ ได้ หากจนได้ก็ต้องยอม  
เสียเวลานั่งเรียงช่องใหม่ เพราะการค้นหาช่อง  
รายการใหม่ ช่องใหม่ที่ค้นได้จะไปอยู่ท้ายสุดเสมอ  
หากเราต้องการให้ช่อง รายการนั้นๆ อยู่ในลำดับ  
ต้นๆ เราก็ต้องรู้วิธีการเรียงช่อง และต้องคอยๆ เรียง  
ไป ซึ่งไม่มีอะไรรับประกันได้ว่าช่องนั้นจะมีการ  
เปลี่ยนแปลงเรื่องความถี่ หรือหยุดส่งเมื่อใด

แต่ถ้าเรามีฟังก์ชัน OTA ไฟล์ใหม่ๆ ที่อัปเดต  
ข้อมูลไว้แล้ว จะถูกถ่ายทอดลงเครื่องรับฯ โดยอัตโนมัติ  
พร้อมทั้งมีการเรียงช่องให้เสร็จสรรพ ในอนาคต  
หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ไม่ต้องมานั่งกังวล  
อีกต่อไป การ OTA จึงเป็นเทคโนโลยีในการเพิ่ม  
ช่องแก้ไขช่องรายการอัตโนมัติผ่านดาวเทียม ซึ่ง  
เกิดประโยชน์ทั้งผู้ส่งรายการ (Content Provider),  
ช่างติดตั้ง (Installer) และผู้รับชม (End-user)  
เพราะผู้ส่งรายการก็ไม่ต้องกังวลว่าผู้ชมจะไม่รู้ว่  
มีช่องรายการขึ้นใหม่ ช่างติดตั้งก็ไม่ต้องห่วงว่  
หากมีช่องรายการใหม่ๆ มาจะต้องเดินทางไปทำการ  
จนช่องที่เครื่องรับฯ ทุกๆ บ้านในเวลาเดียวกัน และ  
แน่นอนว่าผู้ใช้หรือผู้รับชมก็สามารถรับรู้ และ  
รับชมช่องรายการใหม่ได้ทันทีหลังจากเครื่องรับฯ  
ทำการ OTA ผู้ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องรอช่างติดตั้งให้มา  
คอยบริการ ซึ่งบางครั้งช่างติดตั้งอาจจำเป็นต้อง  
เรียกค่าบริการเพิ่มเติมอีกด้วย



## ไดอะแกรมระบบ OTA



## วิธีการเพิ่มช่องเครื่องรับสัญญาณของพีเอสไอ

### รีซีฟเวอร์ รุ่น BONUS



เนื่องจากเครื่อง BONUS มีฟังก์ชั่น AUTO OTA (เพิ่มช่องรายการอัตโนมัติผ่านดาวเทียม) ผู้ใช้เพียงกดปุ่ม Power เพื่อทำการ Stand by (หน้าปัดเครื่องจะปรากฏคำว่า 24 dL ดังรูป) เครื่องจะดาวน์โหลดช่องรายการใหม่และจัดเรียงช่องเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งใช้ระยะเวลาไม่เกิน 3 นาที เป็นอันเสร็จสิ้น



กดปุ่ม POWER (สีแดง) เพื่อให้เครื่องอยู่ในสภาวะ Stand by



รีซีฟเวอร์กำลังดาวน์โหลด

### รีซีฟเวอร์ รุ่น Dfix OTA



1. เปิดไปที่ช่อง MV 2
2. กดปุ่ม OK เพื่อทำการ OTA



3. (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)



รีซีฟเวอร์กำลังดาวน์โหลด

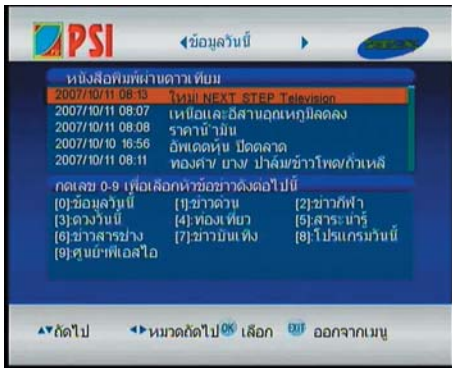


## ระบบ SAT-MAIL



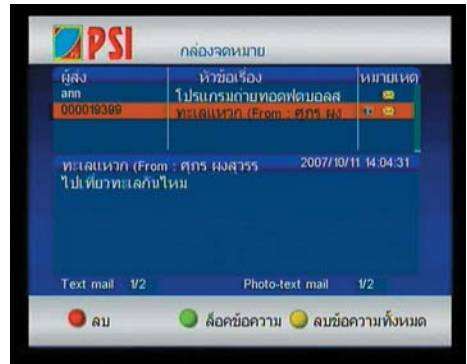
### ระบบ SAT-MAIL

นอกจากจะมีฟังก์ชัน AUTO OTA (เพิ่มช่องรายการอัตโนมัติ) แล้ว ในเครื่องรับสัญญาณรุ่น BONUS ยังมีฟังก์ชันพิเศษที่เรียกว่า **ระบบแซทเมลล์ (SAT-MAIL)** อีกด้วย ซึ่งระบบนี้แยกย่อยเป็น 3 ฟังก์ชันดังนี้



#### A. หนังสือพิมพ์ผ่านดาวเทียม

เครื่องรุ่น BONUS สามารถรับข่าวสารออนไลน์ที่ส่งตรงจากดาวเทียมได้ ซึ่งการทำงานจะคล้ายคลึงกับระบบการ OTA ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ต่างกันตรงที่ว่า ข้อมูลข่าวสารที่ส่งจะถูกจัดเก็บไว้ในหน้าเมนู "หนังสือพิมพ์ผ่านดาวเทียม" ซึ่งรองรับภาษาไทยไว้อย่างสมบูรณ์ ผู้ใช้สามารถติดตามข่าวสารได้อย่างต่อเนื่อง เสมือนมีอินเทอร์เน็ตอยู่บนทีวี โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด



#### B. จดหมาย SAT-MAIL

ในเครื่องแต่ละตัว จะมีชิพพิเศษที่ทำหน้าที่เหมือนสมาร์ทการ์ด หรือซิมโทรศัพท์ ซึ่งหมายเลข SAT-MAIL จะเป็นตัวเลข 9 หลัก เช่น 001122789 เปรียบเสมือนรหัสบัตรประชาชนของแต่ละเครื่อง หากเรารู้หมายเลข SAT-MAIL เราจะส่งข้อความทั้งไทยและอังกฤษเข้าไปสู่เครื่องนั้นๆ ได้โดยทางมือถือ หรือทางเว็บไซต์ [www.satmail.tv/sms/](http://www.satmail.tv/sms/)



เช่นเดียวกันที่บริการเสริมนี้ ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพียงแต่เสียค่าส่งข้อความให้ทางโอเปอเรเตอร์ที่ผู้ให้บริการอยู่นั่น หากต้องการส่งฟรีก็สามารถส่งผ่านเว็บแซทเมลล์ได้ตลอด 24 ชม.

#### C. CAS (Conditional Access System)

แปลง่าย ๆ คือ **ระบบเข้ารหัส** (ล็อกสัญญาณ) เนื่องจากผู้ส่งรายการมีรายการ (Content) ที่หลากหลายอยู่ในมือหลายๆ รายการต้องมีการซื้อ

ลิขสิทธิ์จากต่างประเทศในราคาสูง ผู้ส่งรายการจึงสนใจที่จะนำรายการดังกล่าวมาเก็บค่าสมาชิกแบบ Pay Per View ซึ่งมีลักษณะเป็นการ "จ่ายเมื่ออยากดู" หากเดือนไหนอยากดูรายการไหน ผู้ใช้ก็ซื้อบัตรเติมเงิน (Voucher) จากตัวแทนติดตั้งทั่วประเทศได้ หากเดือนไหนไม่จ่าย ช่องรายการพิเศษจะเข้ารหัสไว้ดังเดิม โดยที่ผู้ใช้อาจจะรับชมช่องรายการฟรีทีวีทั่วไป (ช่อง 3,5,7 รวมไปถึง MVTV ฯลฯ) ได้ปกติ

### ระบบการเข้ารหัสสำหรับช่องรายการพิเศษ (CAS System)

ช่องรายการที่เข้ารหัสจะมีรหัส (Code) ที่ส่งมาพร้อมๆ กับสัญญาณช่องนั้นๆ ประกอบด้วย

1. ECM (Entitle Control Message)
2. EMM (Entitle Management Message)

ECM หรือรหัสที่ 1 จะเป็นตัวเปิดรหัสให้กับเครื่องรับฯ ตามหมายเลข SAT-MAIL นั้นๆ โดยภายใน ECM จะมี CW (Control Word) ที่ทำหน้าที่เหมือนกุญแจปลดล็อกสัญญาณ ซึ่ง ECM แต่ละตัวจะมีการระบุหมายเลข SAT-MAIL ที่สามารถรับชมช่องพิเศษได้ไว้ทั้งหมด เมื่อสัญญาณเข้าไปถึงเครื่องรับฯ หมายเลขนั้นๆ CW จะเข้าไปปลดล็อกสัญญาณ ที่ช่องพิเศษให้รับชมภาพได้ การส่ง ECM นั้นจะมีความถี่ในการส่งแปรต่อจำนวนสมาชิก หากฐานสมาชิกเพิ่มมากขึ้น แบนด์วิท (Bandwidth) ที่ใช้บนดาวเทียมจะต้องเพิ่มตาม

EMM หรือรหัสที่ 2 จะเป็นรหัสที่ส่งควบคู่ไปกับ ECM ทุกครั้ง เพราะตัว EMM จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าหมายเลข SAT-MAIL ของเครื่องนั้นๆ สามารถรับชมได้เป็นระยะเวลานานเท่าใด ส่วนความถี่ในการส่ง EMM นั้นก็เช่นเดียวกัน คือผันแปรต่อจำนวนสมาชิก และผันแปรต่อแบนด์วิทที่ใช้บนดาวเทียมด้วย

ฉะนั้นเครื่องรับสัญญาณรุ่น BONUS จะมีการรับรหัสสัญญาณหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็น

- ECM
- EMM
- ไฟล์ OTA ข่าวสารหนังสือพิมพ์
- ไฟล์ OTA ข้อความแชทเมลล์ (SMS)
- ไฟล์ OTA เฟิร์มแวร์ใหม่ (Firmware)
- ไฟล์ OTA ช่องรายการใหม่ๆ ที่อัปเดตและเรียงช่องไว้เรียบร้อยแล้ว

ในการเปิดเครื่องครั้งแรก (Coldboot) เครื่องรับฯ จะทำการดาวน์โหลดสัญญาณและรหัสทั้งหมดเพื่ออัปเดตข้อมูลใหม่ทั้งระบบ จึงเป็นผลให้การเปิดเครื่องครั้งแรก เหมือนกับการเปิดคอมพิวเตอร์ นั่นคือ เครื่องรับฯ จะทำงานหน่วงกว่าปกติ แต่หลังจากนั้นไม่เกิน 45 วินาที เครื่องจะทำงานเร็วตามปกติ การส่งงานทางรีโมทจะตอบสนองได้อย่างรวดเร็วดังเดิม ซึ่งในความเป็นจริงชีพจรประมวลผล (CPU) ที่ใช้ในตัวเครื่องรุ่น BONUS นั้นมีความเร็วถึง 133 MHz ซึ่งเร็วกว่าเครื่องรุ่นเก่า (Dfux OTA) ที่มีความเร็วแค่ 50 MHz ถึง 2 เท่า

**หมายเหตุ** เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมทั่วไปที่เป็นระบบฟรีทูแอร์ (Free to Air) ซึ่งวางขายตามท้องตลาดทั่วไปจะมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30-50 MHz

# วิธีการส่งข้อความ SAT-MAIL

ขั้นตอนการส่งข้อความไปยังเครื่องรับมีอยู่ 2 วิธีดังนี้

## 1. ส่งข้อความผ่านทางมือถือ (SMS)

1. 2 ส่งไปที่ 08-1122-0078 หรือ 08-1122-0079

1.1. กดรหัส SAT-MAIL Address 9 หลัก พิมพ์ \*

ข้อความไทยหรืออังกฤษ

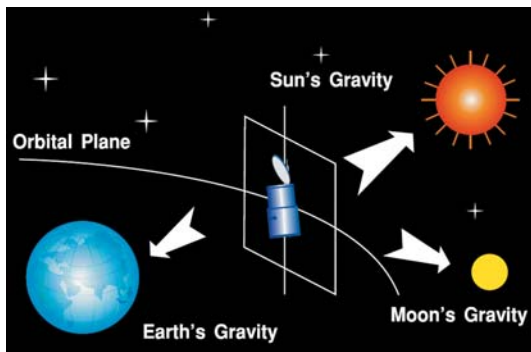


## 2. ส่งข้อความผ่านทางเว็บไซต์

2.1 ล็อกอิน โดยใช้ SAT-MAIL และกรอก Password ตามที่ได้รับ



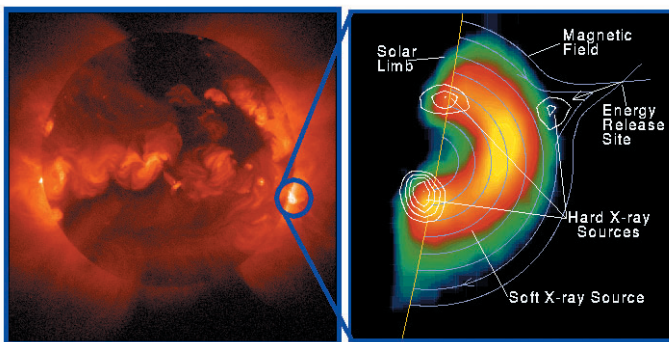
# ปรากฏการณ์ที่มีผลกระทบกับดาวเทียม



## 1. แรงโน้มถ่วง(Gravity)

- ในขณะที่ดาวเทียมโคจรอยู่ในระนาบ วงโคจร (Orbital Plane) จะมีแรงดึงดูดจากโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์มากระทำต่อดาวเทียม โดยทิศทางที่ดึงดูดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการโคจรของโลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ที่มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ทำให้ดาวเทียมมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่เล็กน้อย

- เราจึงต้องมีการรักษาดำเน่่งดาวเทียมให้อยู่ในขอบเขตการโคจรที่กำหนด ซึ่งมีขนาดความกว้างด้านละ 0.1 องศา เพื่อรักษขอบเขตพื้นที่การให้บริการของดาวเทียม (Footprint) โดยมีการปรับตำแหน่งเป็นช่วงๆ ตลอดอายุของดาวเทียม



## 2. พายุสุริยะ (Solar Flares)

- คือพลังงานอันมหาศาลที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยออกมา ณ บริเวณที่มีความเข้มของสนามแม่เหล็กสูงบนดวงอาทิตย์พลังงานที่เกิดขึ้นนี้เทียบได้กับระเบิดขนาด 100 ล้านตัน หรือมีค่าเท่ากับ การที่ภูเขาไฟระเบิดเป็นจำนวน 10 ล้านครั้ง โดย พลังงานที่ปล่อยออกมานั้นส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของ พลังงานแสงที่เรามองเห็น เราจึงสามารถสังเกตเห็นแสงที่มีความเข้มสูงบริเวณผิวหน้าของดวงอาทิตย์ใน ขณะที่เกิดพายุสุริยะ

- พลังงานอีกส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีเอ็กซ์, แกมมา และรังสียูวี ซึ่งจะส่งออกมาพร้อมกับอนุภาคเล็กๆ พลังงานเหล่านี้จะลดน้อยลงมากเมื่อเข้ามาใกล้บรรยากาศของโลก ซึ่งมีสนามแม่เหล็กโลกช่วยต้านไว้

- แต่อาจมีผลกระทบต่อตัวดาวเทียม คือจะทำให้เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เสื่อมคุณภาพมีผลให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้น้อยลง ซึ่งผู้ผลิตดาวเทียมได้ออกแบบชดเชยการลดลงในส่วนนี้ เพื่อให้สามารถผลิตพลังงานมาใช้ได้เพียงพอตลอดอายุดาวเทียม

- ผลกระทบอีกส่วนจะเกิดโดยรังสี UV จากพายุสุริยะที่จะทำให้บรรยากาศชั้นบนสุดของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเกิดการขยายตัวและผลักให้ตัวดาวเทียมต่ำลง ซึ่งกรณีนี้จะต้องมีการปรับตำแหน่งดาวเทียมกลับคืน



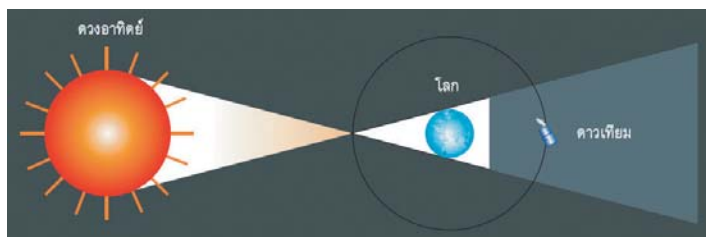
### 3. ฝนดาวตก (Leonids)

- เกิดจากการที่ดาวหางเทมเบิล-ทัตเทิล (Comet Temple-Tuttle) ซึ่งเป็นดาวหางคาบสั้นที่มีวงโคจรรอบละ 33 ปี ได้ผ่านเข้ามาใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ได้ทิ้งเศษฝุ่นซึ่งเป็นองค์ประกอบของดาวหางเป็นจำนวนมหาศาลไว้ โดยมีขนาดประมาณ 1 มม. ถึง 1 ซม. ตามทางที่โคจรผ่าน

- ทุกปีในช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน โลกจะโคจรตัดกับวงโคจรของดาวหางนี้ ทำให้เกิดฝนดาวตกมากในช่วงดังกล่าว เมื่อนูภาคดังกล่าวเคลื่อนที่เข้าสู่บรรยากาศโลกจะมีการชนกับโมเลกุลมากมาย ทำให้เกิดแสงสีต่างๆ จากไอของอะตอมต่างชนิด เช่น โซเดียม ให้แสงสีส้ม-เหลือง อะตอมเหล็กให้แสงสีเหลือง อะตอมแมกนีเซียมให้แสงสีน้ำเงินเขียว เป็นต้น

- ส่วนโอกาสที่ดาวเทียมจะได้รับความเสียหายเนื่องจากฝนดาวตกวิ่งเข้ามาชน จึงต้องมีแต่น้อยมากคือในพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีโอกาสที่จะถูกชนเพียง 0.007%

- นอกจากนี้ เราสามารถลดโอกาสที่ถูกชนได้อีก อย่างเช่นดาวเทียมไทยคม 5 จะมีการหมุนแผงเซลล์ แสงอาทิตย์เพื่อหลบทิศทางการเคลื่อนที่ของฝนดาวตกเล็กน้อย



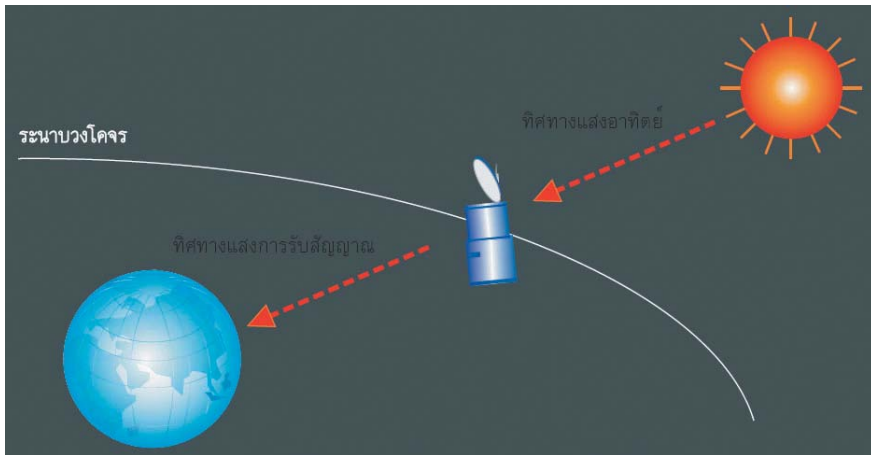
### 4. สุริยุปราคา (Eclipse)

- ขณะที่ดาวเทียมอยู่ในวงโคจร อุปกรณ์ต่างๆ ในดาวเทียมจะใช้พลังงานที่ผลิตได้จากเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลาที่มีแสงจากดวงอาทิตย์ โลก แต่จะมีบางช่วงที่ดวงอาทิตย์ โลก และดาวเทียมโคจรมาอยู่ในตำแหน่งที่โลกมาบดบังแสงจากดวงอาทิตย์

- ช่วงระยะเวลาดังกล่าว เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์บนดาวเทียมจะไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ดังนั้นเราจึงต้องมีแบตเตอรี่อยู่บนดาวเทียมที่จะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าแทน และชาร์จแบตเตอรี่กลับคืนเมื่อดาวเทียมออกจากช่วงสุริยุปราคาเพื่อรองรับการเกิดสุริยุปราคาในวันต่อไป

- การเกิดสุริยุปราคานั้นจะเกิดเป็นฤดู โดยฤดูแรกตอนต้นปีจะเริ่มในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูที่สองจะเริ่มในช่วงปลายเดือนสิงหาคม แต่ละฤดูจะมีระยะเวลาประมาณ 45 วัน

- ช่วงเวลาในการเกิดสุริยุปราคาจะเริ่มจากน้อยๆ ตอนต้นฤดู และมีระยะเวลานานขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งนานที่สุดในช่วงกลางฤดู หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งออกจากฤดูสุริยุปราคา โดยจะมีระยะเวลานานที่สุด คือ 72 นาที ดังนั้นในการออกแบบดาวเทียม จึงต้องออกแบบให้มีพลังงานสำรองจากแบตเตอรี่เพียงพอที่จะจ่ายให้ ดาวเทียมในช่วงการเกิดสุริยุปราคาที่ยาวนานที่สุดนี้



## 5. Sun Outage

- คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดจากดวงอาทิตย์โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันกับดาวเทียมและจานรับสัญญาณ ภาวพื้นดินทำให้เกิดสัญญาณรบกวนที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ในขณะที่มีการใช้งานสื่อสารผ่านดาวเทียมทำให้คุณภาพของสัญญาณที่ได้รับต่ำลงในช่วงเวลาดังกล่าว

- ปรากฏการณ์ Sun Outage นี้จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลานั้นๆ เท่านั้น และสามารถพยากรณ์การเกิดขึ้นได้ล่วงหน้า จึงไม่ค่อยมีผลกระทบต่อผู้ใช้งานดาวเทียมมากเท่าใด (ตรวจสอบวันเวลาที่เกิด Sun Outage ของไทยคมได้ที่ <http://www2.thaicom.net/sed/index.html>)

- Sun Outage จะเกิดขึ้นปีละ 2 ครั้ง (ช่วงเดือนมีนาคม และกันยายน) ส่วนวันและเวลาที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดาวเทียม และจานรับสัญญาณภาคพื้นดิน

แหล่งข้อมูล [www.thaicom.net](http://www.thaicom.net)