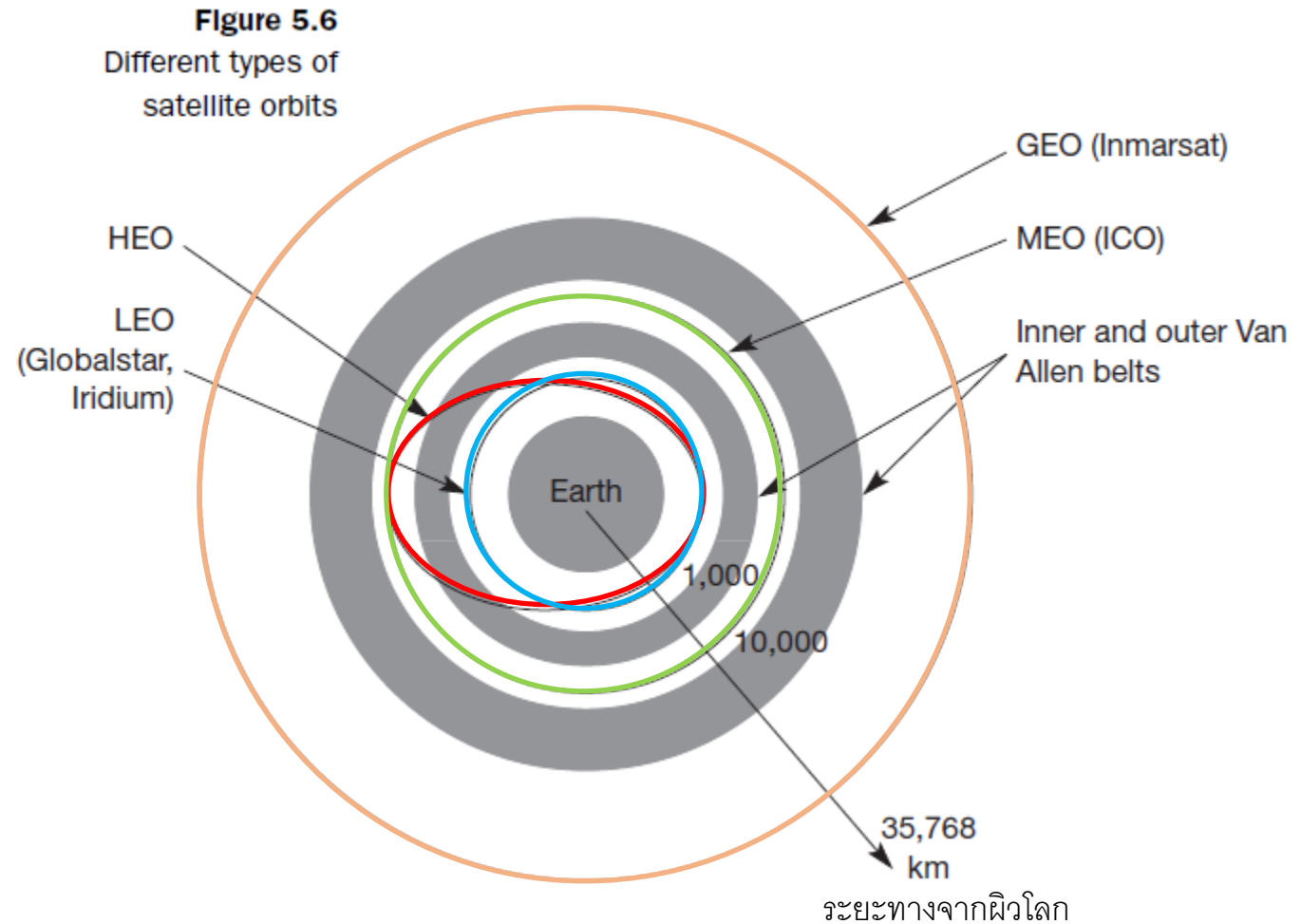


Chapter 5

Satellite Systems

Major Classes of Satellites

- GEO - Geostationary earth orbit
- MEO - Medium earth orbit
- LEO - Low earth orbit
- HEO - Highly elliptical orbit



- GEO - Geostationary earth orbit

Geostationary (or geosynchronous) earth orbit (GEO) ระยะทางประมาณ 35,800 km จากพื้นโลก ใช้ถ่ายทอดสัญญาณวิทยุ ทีวี และให้บริการโทรศัพท์มือถือที่ครอบคลุมพื้นที่กว้าง (แต่ใช้กำลังส่งมาก และดีเลย์มาก)

- MEO - Medium earth orbit

Medium earth orbit (MEO) ระยะทาง 5,000 - 12,000 km

- LEO - Low earth orbit

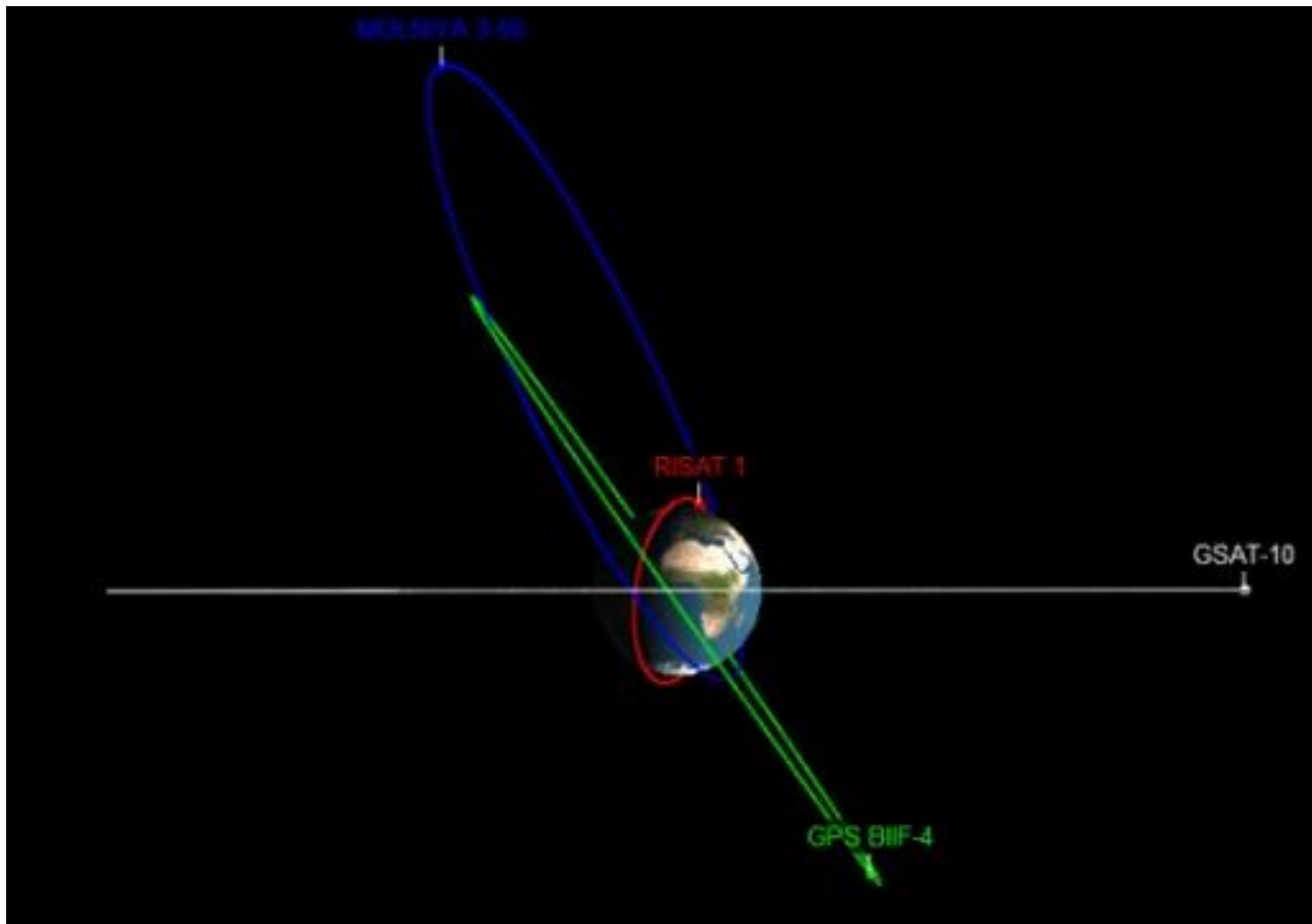
Low earth orbit (LEO) ระยะทาง 500 - 1,500 km ใช้ทำ "espionage" (spying)

เอสเปียนนาด

- HEO - Highly elliptical orbit

Highly elliptical orbit (HEO) โคจรไม่เป็นวงกลม เพื่อให้ perigee อยู่เหนือเมืองใหญ่ ๆ เพื่อให้สัญญาณดี

(ตำแหน่งโคจรของวัตถุในอวกาศที่อยู่ใกล้โลกที่สุด)



<https://www.youtube.com/watch?v=V9xGRtbTzS8>

Geo-Stationary Earth Orbit

These satellites have almost a distance of 36,000 km to the earth.

E.g. All radio and TV, whether satellite etc, are launched in this orbit.

Advantages of Geo-Stationary Earth Orbit

1. It is possible to cover almost all parts of the earth with just 3 geo satellites.
2. Antennas need not be adjusted every now and then but can be fixed permanently.
3. The life-time of a GEO satellite is quite high usually around 15 years.

Disadvantages of Geo-Stationary Earth Orbit

1. Larger antennas are required for northern/southern regions of the earth.
2. High buildings in a city limit the transmission quality.
3. High transmission power is required.
4. These satellites cannot be used for small mobile phones.
5. Fixing a satellite at Geo stationary orbit is very expensive.

Medium Earth Orbit

Satellite at different orbits operates at different heights. The MEO satellite operates at about 5000 to 12000 km away from the earth's surface.

These orbits have moderate number of satellites.

Advantages of Medium Earth Orbit

1. Compared to LEO system, MEO requires only a dozen satellites.
2. Simple in design.
3. Requires very few handovers.

Disadvantages of Medium Earth Orbit

1. Satellites require higher transmission power.
2. Special antennas are required.

Low Earth Orbit

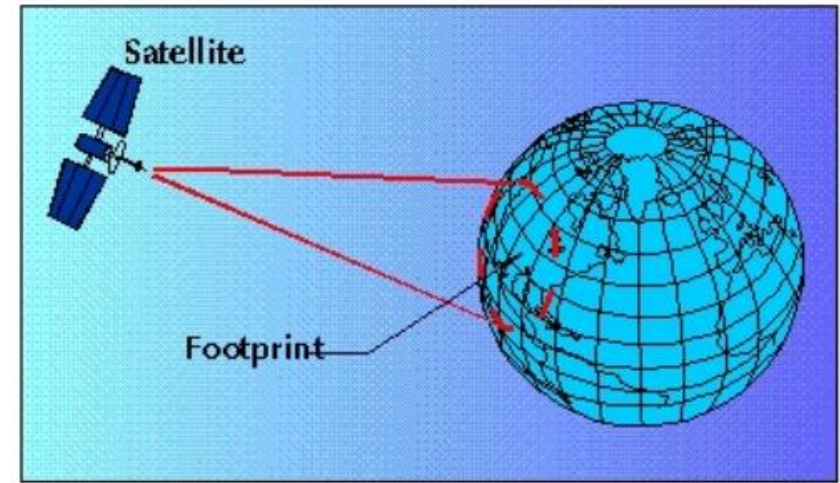
LEO satellites operate at a distance of about 500-1500 km.

Advantages of Low Earth Orbit

1. The antennas can have low transmission power of about 1 watt.
2. The delay of packets is relatively low.
3. Useful for smaller foot prints.

Disadvantages of Low Earth Orbit

1. If global coverage is required, it requires at least 50-200 satellites in this orbit.
2. Special handover mechanisms are required.
3. These satellites involve complex design.
4. Very short life: Time of 5-8 years. Assuming 48 satellites with a life-time of 8 years each, a new satellite is needed every 2 months.
5. Data packets should be routed from satellite to satellite.



The antenna footprint is the area on the Earth illuminated by the antenna with a specified minimum gain.

Highly Elliptical Orbit

This orbit is made for satellites that do not revolve in circular orbits, only a very few satellite are operating in this orbit.

Sirius Satellite Radio uses HEO orbits to keep two satellites positioned above North America while another satellite quickly sweeps through the southern part of its 24-hour orbit. The longitude above which the satellites dwell at apogee in the small loop remains relatively constant as the earth rotates. The three separate orbits are spaced equally around the Earth, but share a common ground track.

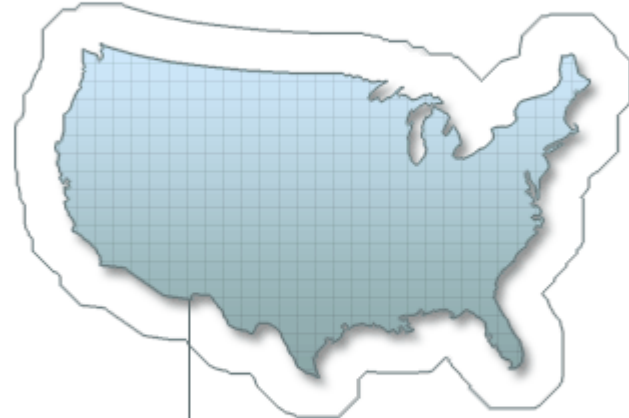
Examples of HEO orbits offering visibility over Earth's polar regions, which most geosynchronous satellites lack, are:

- Molniya orbits, named after the Molniya Soviet communication satellites which used them.
- Tundra orbits

Much of Russia is at high latitude, so geostationary orbit does not provide full coverage of the region. These Soviet HEO orbits include polar coverage.



**It's Wherever
You Go**



3,717,792

Square miles of seamless
coast to coast coverage

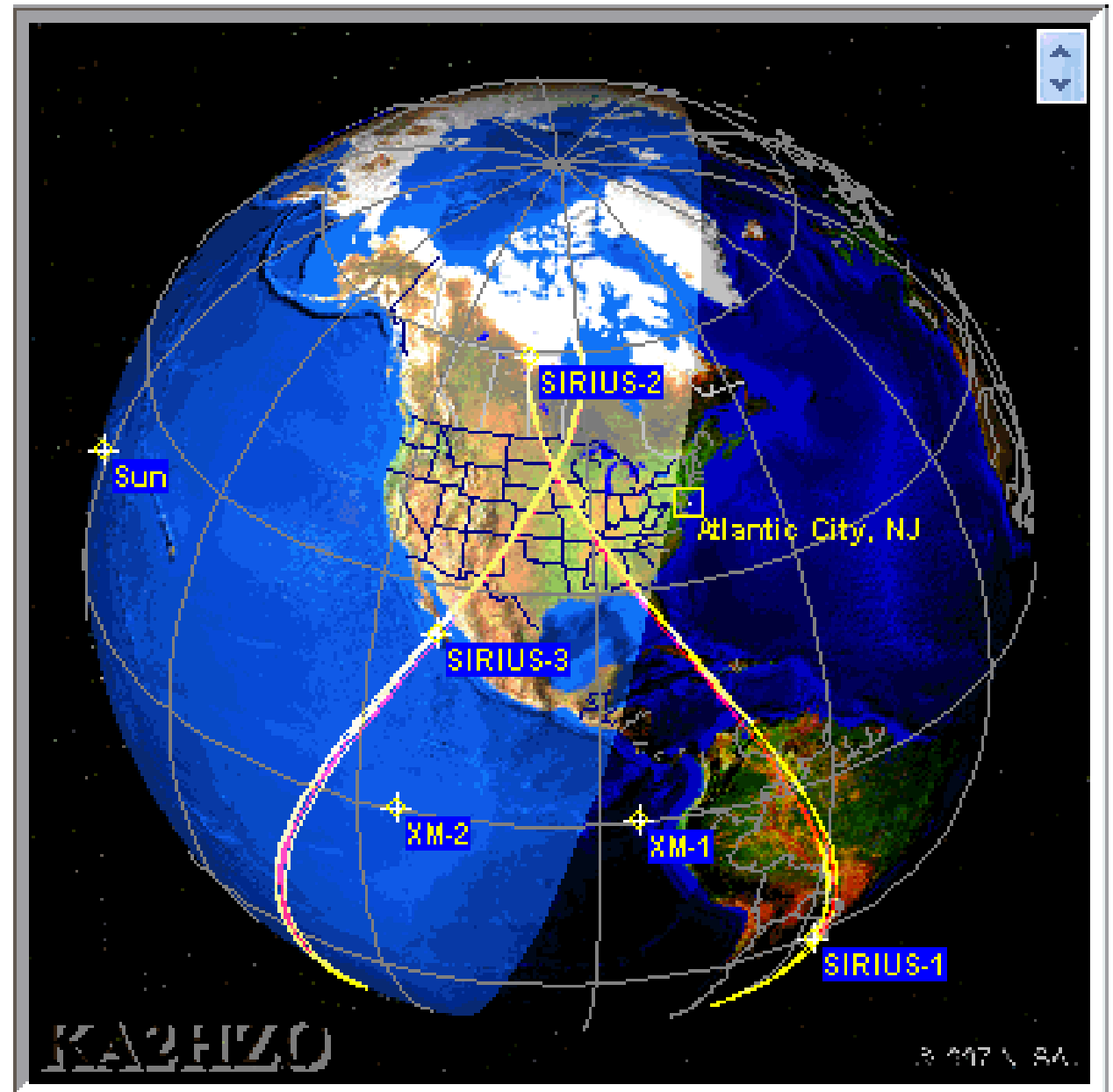
200 Miles off shore

And your radio will still work

By Contrast

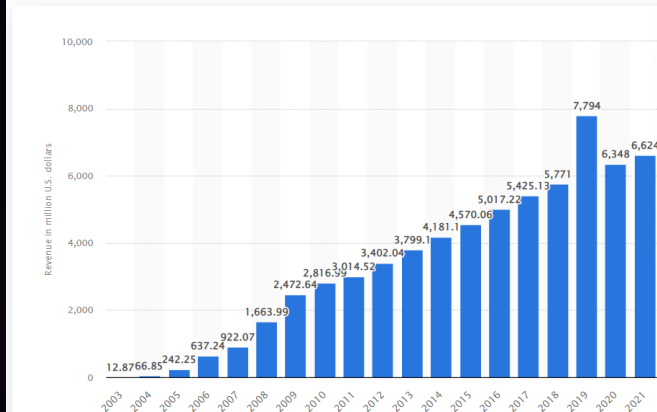
Terrestrial radio reception
range is generally limited to
about 50-100 miles

ต้องจ่ายเงิน \$5/mo.



Sirius XM Holdings' annual revenue from 2003 to 2021

(in million U.S. dollars)



Sirius XM Satellite Radio



บริษัท



siriusxm.com

สำนักงานใหญ่: นครนิวยอร์ก, รัฐนิวยอร์ก, อเมริกา

ก่อตั้ง: 29 กรกฎาคม 2551, วอชิงตัน ดี.ซี., อเมริกา

ประธานเจ้าหน้าที่บริหาร: เจมส์ อี. เมเยอร์ (18 ธ.ค. 2555-)

รายได้: 5 พันล้าน USD (พ.ศ. 2559)

ราคาหุ้น: SIRI (NASDAQ) \$6.38 +0.11 (+1.75%)

Sep 26, 4:00 PM EDT - ข้อจำกัดความรับผิดชอบ

ผู้ก่อตั้ง: Martine Rothblatt, โรเบิร์ต บริสค์แมน, เดวิด มาร์โกลิส

องค์กรหลัก: Liberty Media Corporation

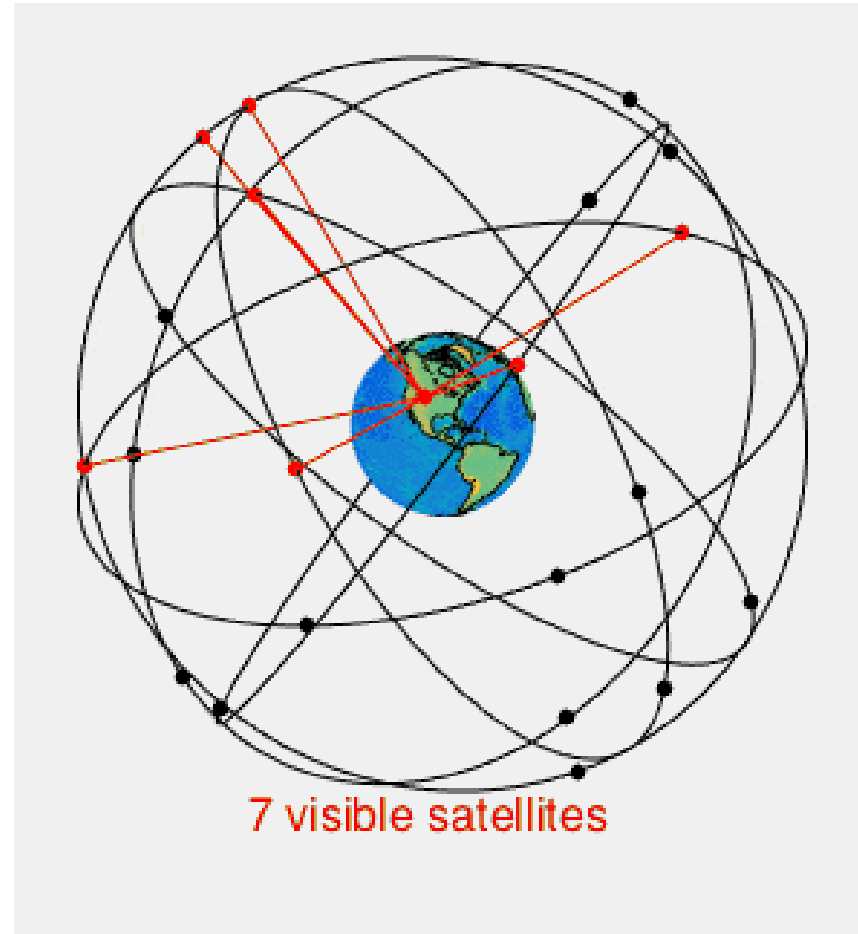
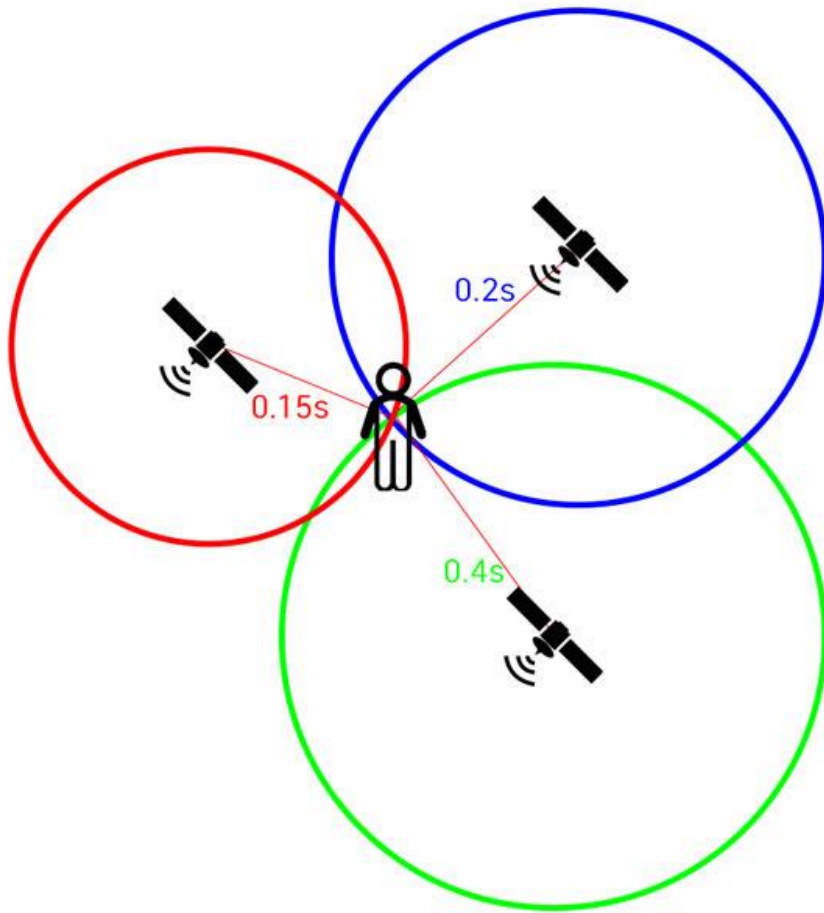
History

- เริ่มใช้ดาวเทียมหลังสงครามโลกครั้งที่ 2
- ระหว่างสงครามเย็น (Cold War) ในปี 1957 Soviet Union ส่งดาวเทียมดวงแรกขึ้นไปโคจรรอบโลกคือ Sputnik
- Sputnik ทำได้แค่ส่งสัญญาณ beep ออกมาเป็นระยะ
- ในปี 1960 ดาวเทียมชื่อ ECHO (a mirror in the sky ทำหน้าที่สะท้อนสัญญาณเท่านั้น)
- ในปี 1963 ดาวเทียมชื่อ SYNCOM เป็นดาวเทียมแบบ geostationary หรือ geosynchronous ดวงแรก
- ในปี 1965 ดาวเทียมชื่อ INTELSAT1 "Early bird" เป็นดาวเทียมเชิงพาณิชย์ดวงแรก
 - 240 duplex telephone channels หรือ
 - 1 TV channel
- ในปี 1967 ดาวเทียมชื่อ INTELSAT2
- ในปี 1969 ดาวเทียมชื่อ INTELSAT3 ทำได้ถึง 1,200 telephone channels (โทรศัพท์ธรรมดา)
- ในปี 1976 ดาวเทียมชื่อ MARISAT จำนวน 3 ดวง เครื่องรับส่งอยู่บนเรือ
- ในปี 1982 ดาวเทียมชื่อ INMARSAT-A เป็นดาวเทียมสำหรับโทรศัพท์มือถือเครื่องแรก
- INMARSAT-C ให้บริการ data ได้ที่ 600 bit/s
- INMARSAT-M รับส่งข้อมูลแบบ digital
- อุปกรณ์รับส่งสัญญาณกับดาวเทียมมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก

Applications

- Weather forecasting
- Radio and TV broadcasting satellites
- Military satellites
- Satellites for navigation
- Global telephone backbones ใช้เชื่อมต่อโทรศัพท์ระหว่างประเทศ ติดตั้งได้เร็ว
 - ถูกแทนที่ด้วย fiber optical cables ข้ามมหาสมุทร
 - Fiber optical cables ส่งข้อมูลได้เร็วกว่า (10 Gbit/s)
 - Fiber optical cables ส่งข้อมูลได้เร็วกว่า ใช้ระยะทาง 10,000 km แต่ดาวเทียมใช้ 72,000 km (0.25 s delay)
- Connections for remote or developing areas เช่น ภูมิภาคประเทศเป็นภูเขาสูง หมู่เกาะ หรือขั้วโลก
- Global mobile communication ใช้คลุมพื้นที่ที่กว้างมาก แต่มีประชากรอยู่น้อย ไม่คุ้มที่จะสร้าง cellular network

Global Positioning System หรือ GPS



ต้องได้รับสัญญาณจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง

Basics

Satellites orbit around the earth. Depending on the application, these orbits can be circular or elliptical. Satellites in circular orbits always keep the same distance to the earth's surface following a simple law:

- The attractive force F_g of the earth due to gravity equals $m \cdot g \cdot (R/r)^2$.
- The centrifugal force F_c trying to pull the satellite away equals $m \cdot r \cdot \omega^2$.

The variables have the following meaning:

- m is the mass of the satellite;
- R is the radius of earth with $R = 6,370$ km;
- r is the distance of the satellite to the centre of the earth;
- g is the acceleration of gravity with $g = 9.81$ m/s²;
- and ω is the angular velocity with $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, f is the frequency of the rotation.

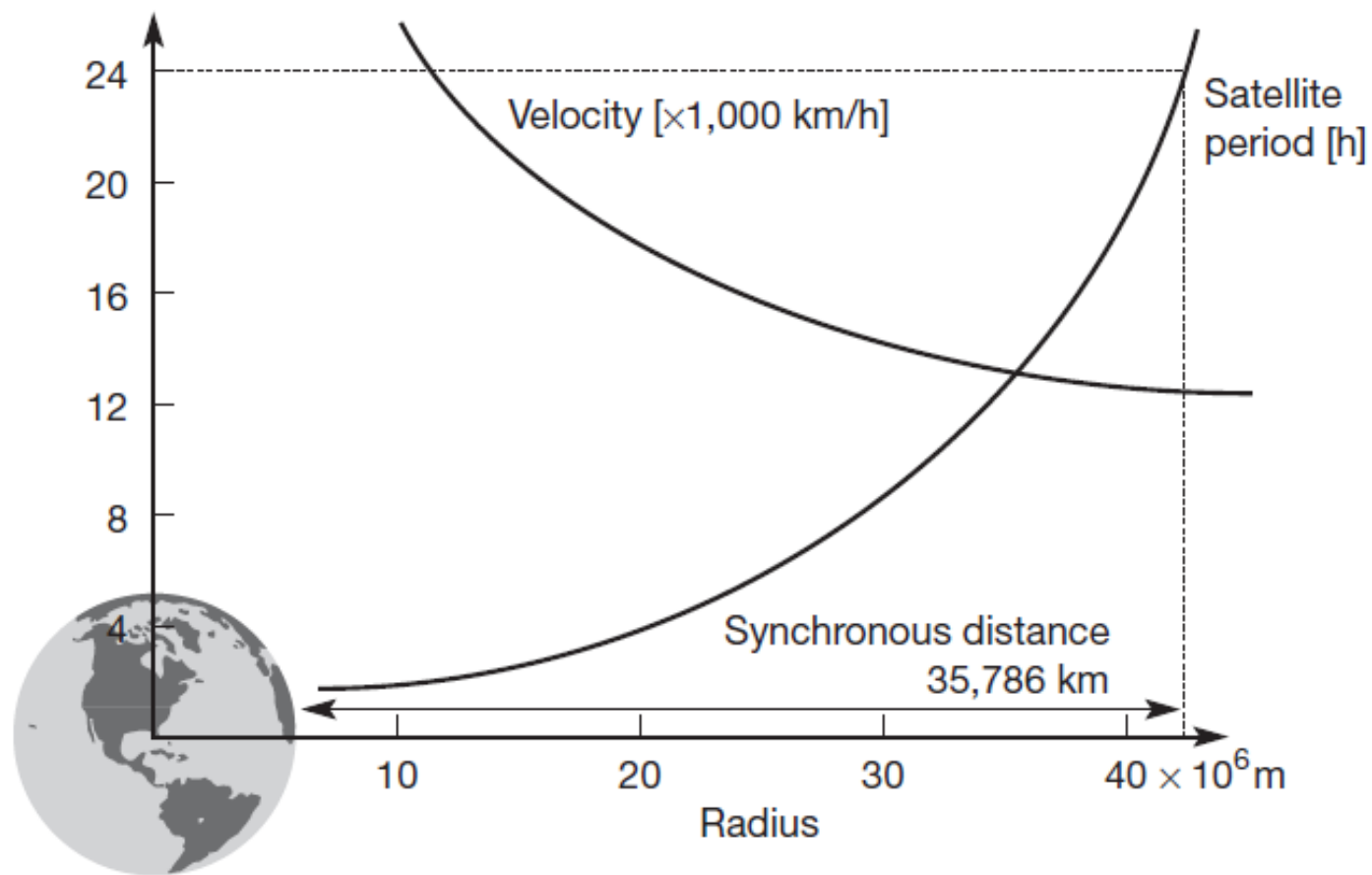
To keep the satellite in a stable circular orbit, the following equation must hold:

- $F_g = F_c$, i.e., both forces must be equal. Looking at this equation the first thing to notice is that the mass m of a satellite is irrelevant (it appears on both sides of the equation).
- Solving the equation for the distance r of the satellite to the center of the earth results in the following equation:

The distance $r = (g \cdot R^2 / (2 \cdot \pi \cdot f)^2)^{1/3}$

From the last equation it can be concluded that the distance of a satellite to the earth's surface depends on its rotation frequency. Figure 5.2 shows this dependency in addition to the relative velocity of a satellite. The interesting point in the diagram is when the satellite period equals 24 hours. This is exactly the case for a distance of 35,786 km. Having an orbiting time of 24 hours implies a geostationary satellite if it is additionally placed above the equator. (Satellites of this type will be discussed in a later section.)

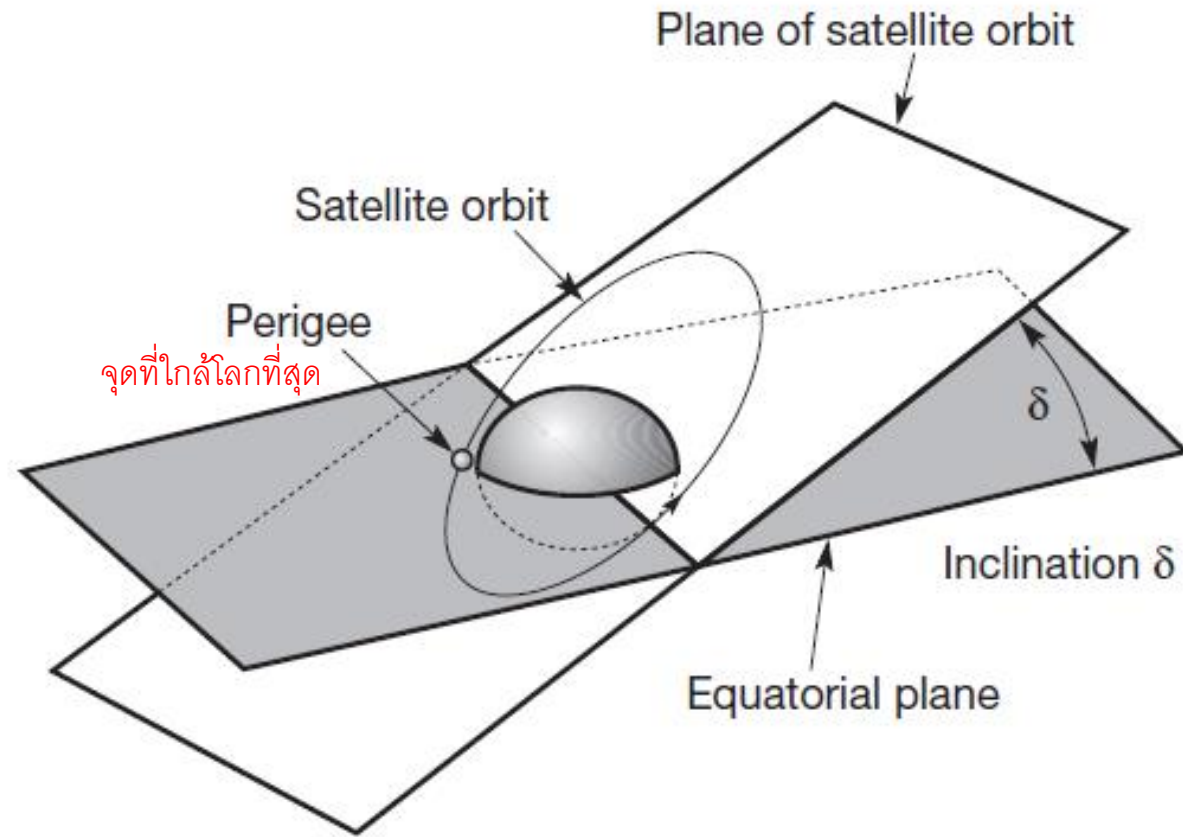
Figure 5.2
Dependency of
satellite period and
distance to earth



เมื่อ radius เพิ่มขึ้น จะใช้เวลาโคจรรอบโลกนานขึ้น ที่ $r = 40,000$ km กว่า ๆ จะใช้เวลาโคจรรอบโลก 24 ชม พอดี geostationary satellites ที่ radius เท่านี้จะเป็นระยะทาง (synchronous distance) = **35,786 km** (radius คิดจากแกนโลก distance คิดจากพื้นผิวโลก)

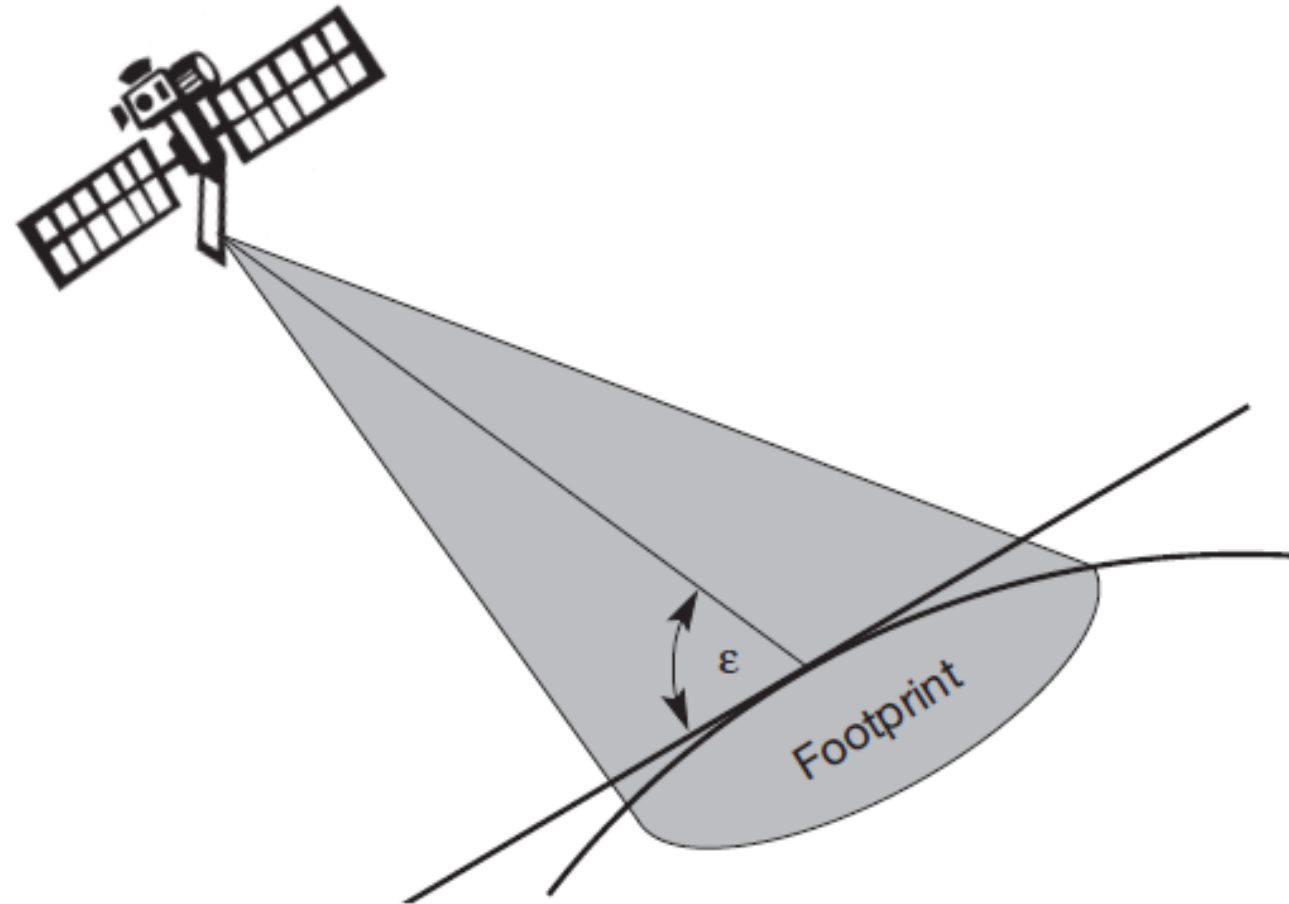
Inclination (δ)

Figure 5.3
Inclination angle of
a satellite



Elevation angle (ε)

Figure 5.4
Elevation angle of
a satellite

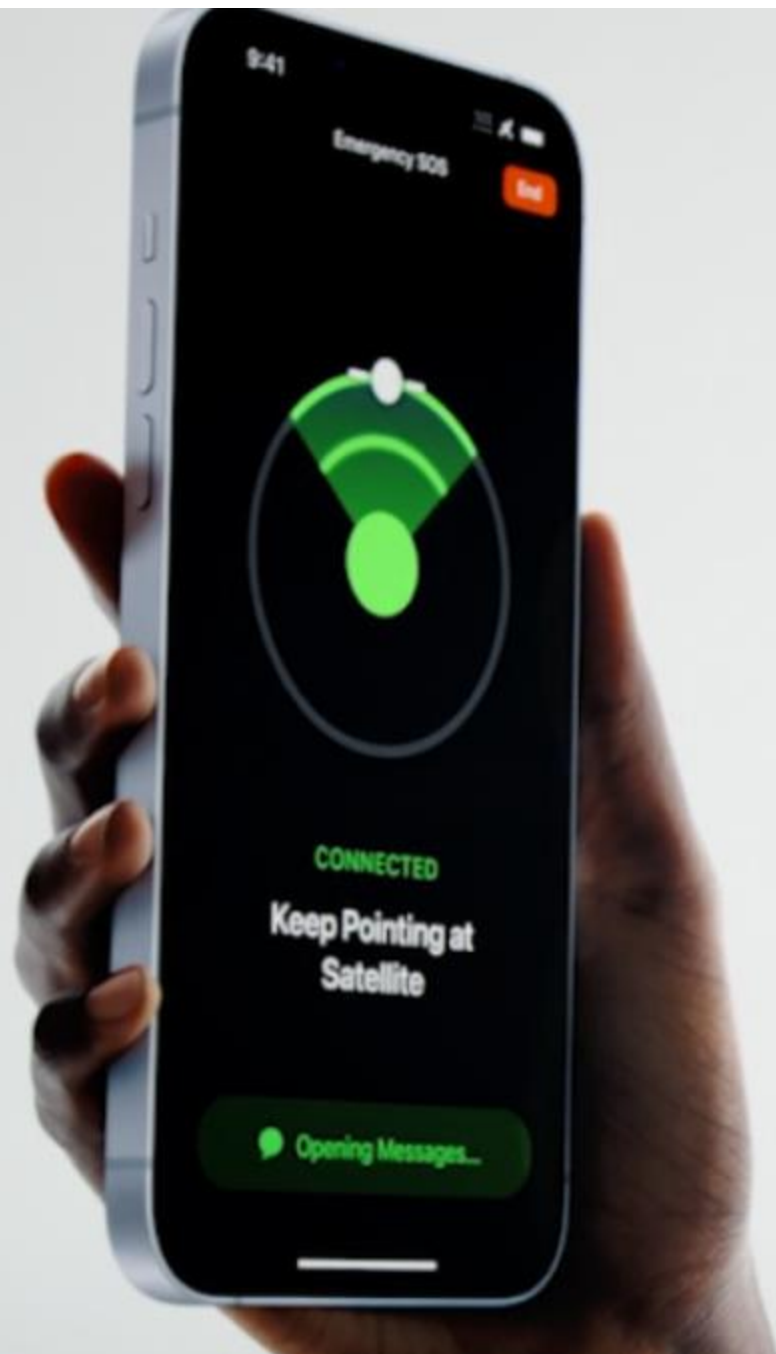


Loss of Signals

$$L = (4 \cdot \pi \cdot r \cdot f / c)^2$$

with f being the carrier frequency and c the speed of light.

This means that the power of the received signal decreases with the square of the distance. This also directly influences the maximum data rates achievable under certain assumptions (transmit power, antenna diameter, operating frequency etc.) as shown in Comparetto (1997). While with antennas used for mobile phones a data rate of 10 kbit/s is achievable with a 2 GHz carrier for satellites in some 100 km distance as discussed in section 5.3.2, only some 10 bit/s are possible with geostationary satellites in a distance of 36,000 km.



Emergency SOS

via satellite

Two years free
with iPhone 14



เทคโนโลยีดีขึ้น ได้ data rate มากขึ้น 256 kbps ก็น่าใช้ (ใช้แบบต) น้อยลง
<https://www.youtube.com/watch?v=TuV3BNjOx4I>

satellite call

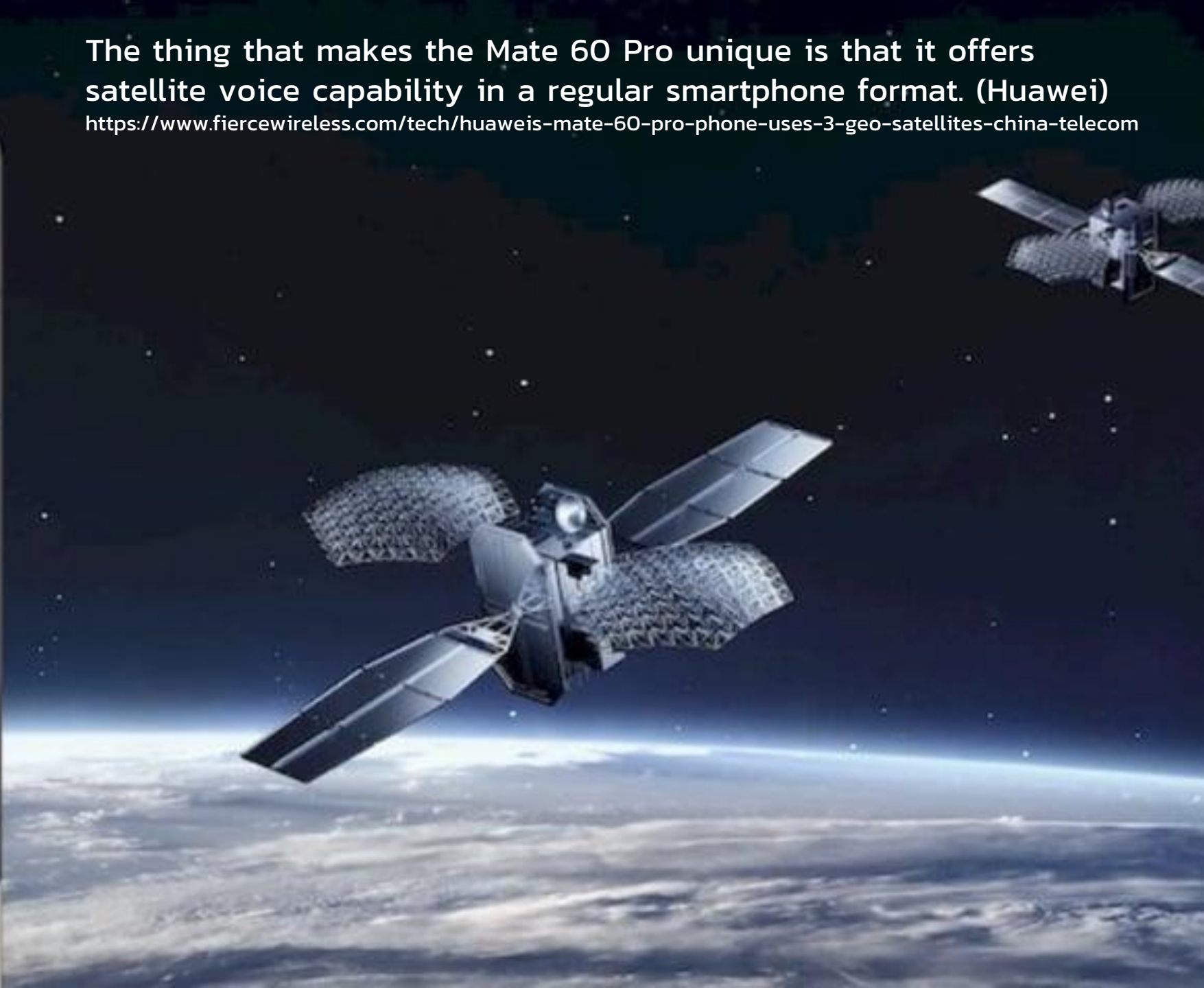
Across the mountains and seas, connecting the nine heavens freely¹



ให้รับ/ส่ง SMS ผ่านดาวเทียมฟรี เดือนละ 30 ครั้ง

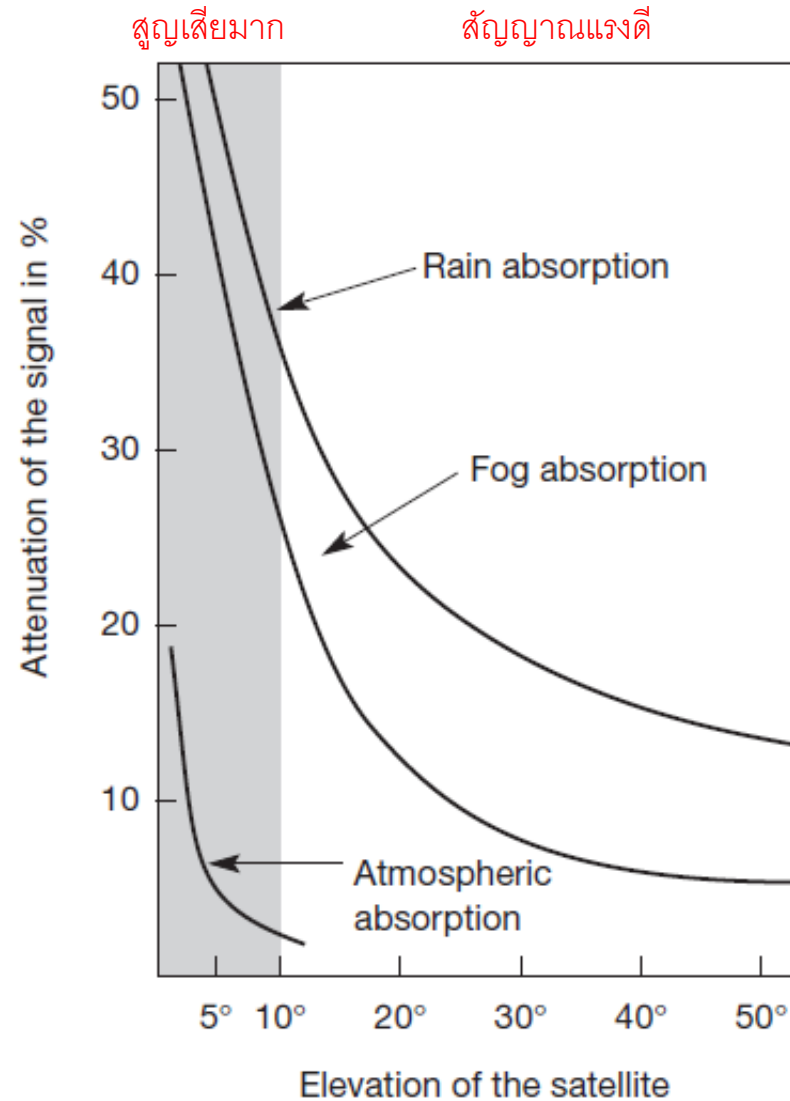
<https://www.huaweicentral.com/huawei-has-sufficient-satellite-sms-quota-for-everyone-cto/>

The thing that makes the Mate 60 Pro unique is that it offers satellite voice capability in a regular smartphone format. (Huawei)
<https://www.fiercewireless.com/tech/huaweis-mate-60-pro-phone-uses-3-geo-satellites-china-telecom>



Signal Attenuation

Figure 5.5
Signal attenuation
due to atmospheric
absorption



Signal attenuation เปลี่ยนไปตาม elevation angle (ϵ) ถ้า $\epsilon < 10$ ก็ใช้ไม่ได้แล้ว (กำหนดพื้นที่ footprint)

SpaceX plans worldwide satellite Internet with low latency, gigabit speed

SpaceX designing low-Earth orbit satellites to dramatically reduce latency.



SpaceX will use frequencies between 10GHz and 30GHz, in the Ku and Ka bands. The company said it's designing everything "from the ground up" with the goals of cost-effectiveness and reliability.

There's a long way to go before SpaceX connects any Internet customers. But if the company achieves its goals, it could be a boon for consumers in rural areas who lack fast connectivity and customers anywhere else who want more competition. Musk has been working on the satellite Internet project for at least two years, and SpaceX received \$1 billion in funding from Google and Fidelity Investments in January 2015 to support satellite manufacturing and space transport.



STARLINK

ปลดล็อกทุกข้อจำกัด

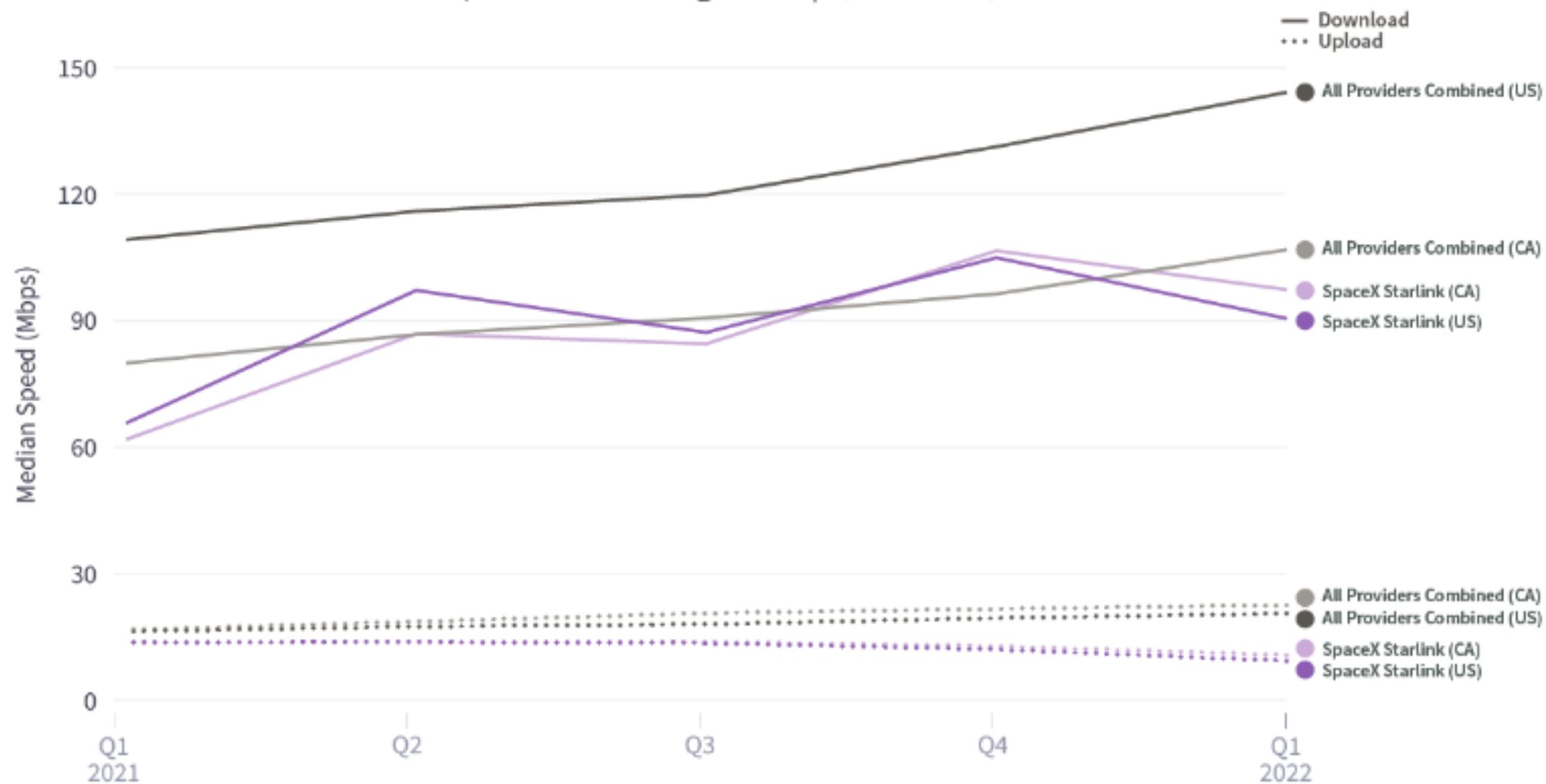
การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตให้หมดไป

แต่การทำงานของ Starlink แตกต่างออกไป โดยตัวดาวเทียมจะถูกปล่อยขึ้นไปยังชั้นบรรยากาศที่ต่ำกว่าดาวเทียมของผู้ผลิตเจ้าอื่น แปลว่า Starlink จะอยู่ใกล้โลกมากกว่าถึง 60 เท่า ส่งผลให้สามารถส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่เร็วแรง (ปี 2567 ping ได้ 30 - 50ms และมีอัตราการส่งข้อมูล 50 - 200Mbps)

โดยทาง Elon Musk ได้วางแผนเกี่ยวกับ Starlink ไว้อีกว่าในอนาคตจะสร้างเป็นอุปกรณ์ไร้สาย และสามารถพกพาเพื่อเชื่อมต่อได้ ไม่จำกัดเพียงแต่ต้องเป็น Router เท่านั้น เพื่อให้ทุกคนได้ใช้งานที่ไหน เวลาไหนก็ได้ ซึ่ง ณ ขณะนี้ Starlink เปิดให้สั่งจองใช้งานแล้วในราคา \$99 หรือประมาณ 3,000 บาท ต่อเดือน โดยมีค่าอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อดาวเทียม Starlink ขาตั้งตัวรับสัญญาณ และ **WiFi Router (ไม่ใช่ mobile phone)** อีก \$499 หรือราว 15,000 บาท แต่น่าจะเริ่มใช้งานได้ในปี 2022 ต้องรอติดตามข่าวสารกันต่อไปอีกนะครับว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ (ใช้ได้แค่ในบางประเทศ <https://www.starlink.com/map>)

Starlink and Fixed Broadband Performance in Canada and the United States

Speedtest Intelligence® | Q1 2021–Q1 2022





FALCON 9

FALCON HEAVY

DRAGON

UPDATES

ABOUT SPACEX

CAREERS

PRESS

SHOP

CRS-10 MISSION

WATCH LIVE



STAGE 2		TELEMETRY
SPEED	ALTITUDE	
00032 km/h	00.2 km	
UPCOMING		MAX Q
LIFTOFF		
THE HOLDDOWN CLAMPS HAVE RELEASED FALCON 9 AND WE HAVE BEGUN OUR FLIGHT TO POLAR ORBIT		

https://m-secure.wsj.net/video/20170114/011417spacex_preview/011417spacex_preview_v2_ec664k.mp4



SES-9 spacecraft in Geo Transfer Orbit, 40,600 km in altitude (image from SpaceX)

Source : SpaceX



ทูลสถิติ! Space X ปล่อยดาวเทียมพร้อมกัน 143 ดวง

27 ม.ค. 2564



0:32 / 3:14

T-00:00:01

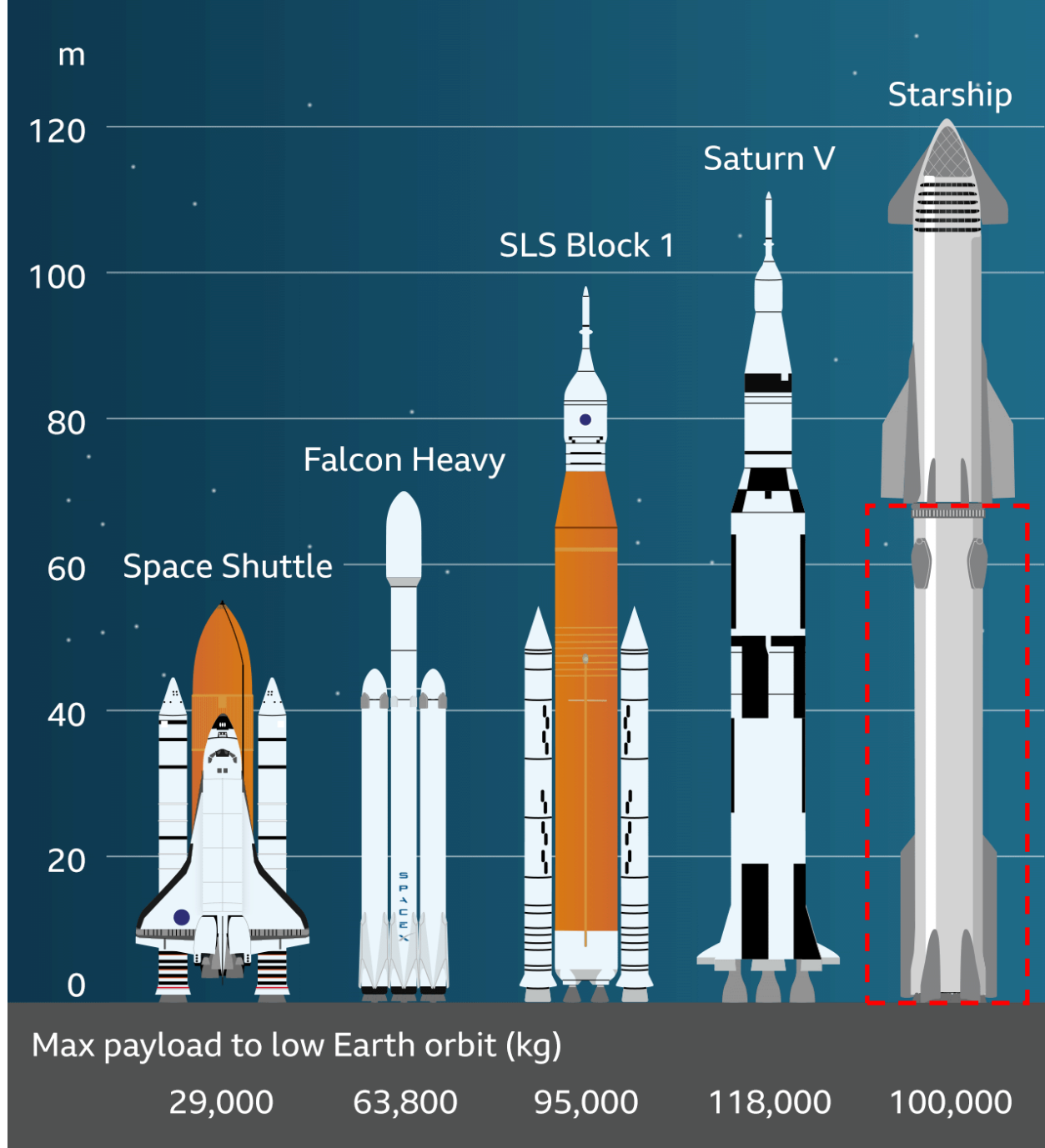
TRANSPORTER-1



Mechazilla

<https://www.youtube.com/watch?v=nVNloQUcFI4>





Booster

Iridium satellite constellation

Manufacturer Motorola (Original constellation) -
Thales Alenia Space (NEXT constellation)

Country of origin USA

Operator Iridium Communications

Applications communications

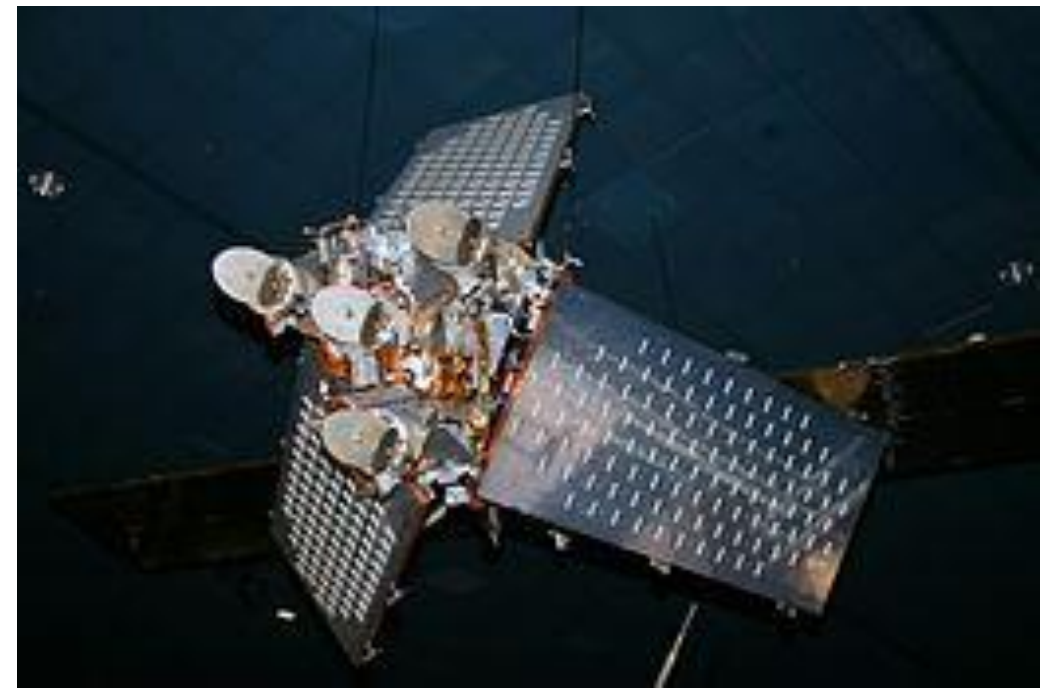
Specifications

Bus LM-700(Original) -
EliteBus1000(NEXT)

Launch mass 689 kilograms (1,519 lb)

Power 2 deployable solar panels+batteries

Regime Low Earth Orbit



Production

Status In Service

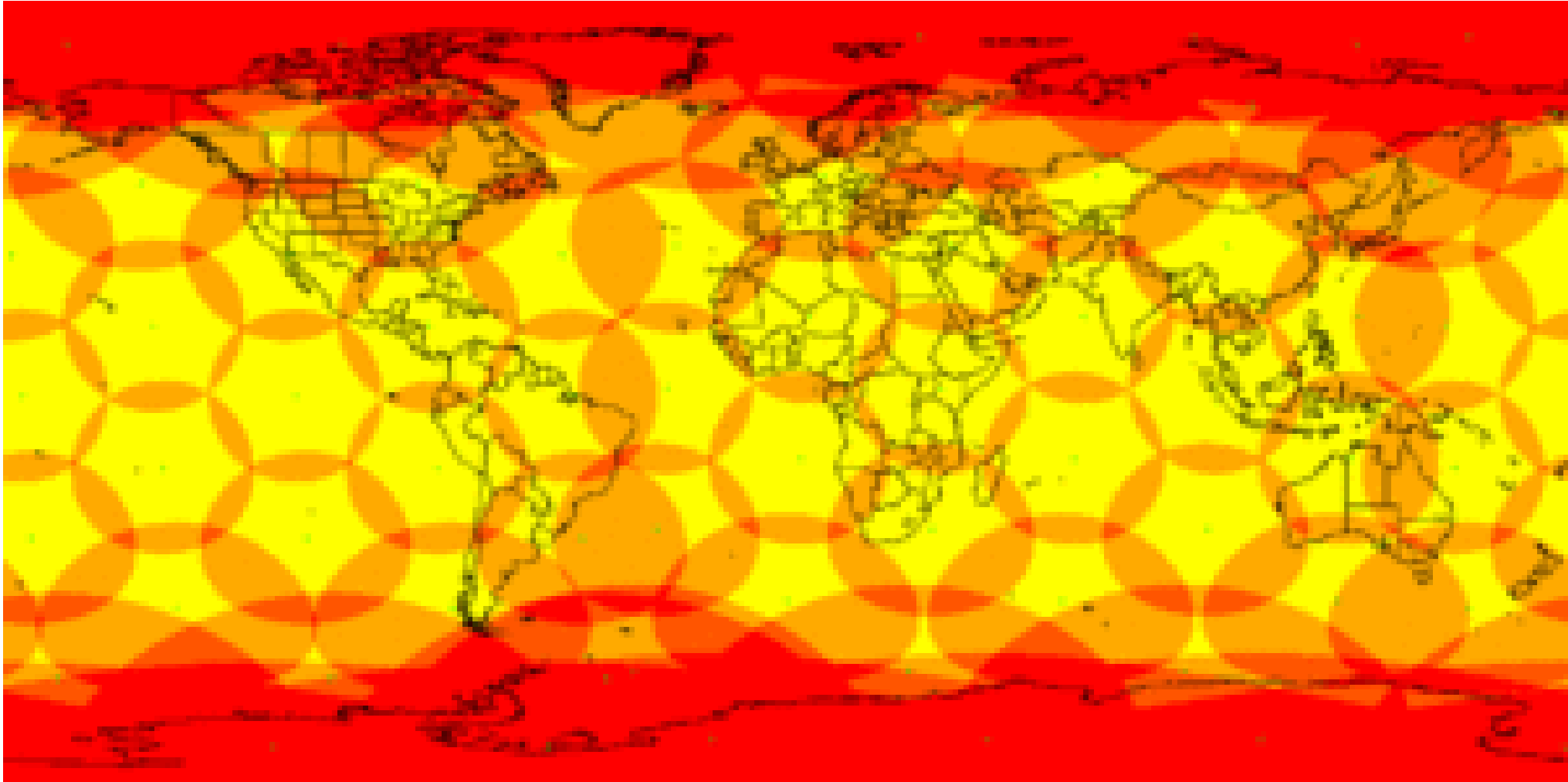
Built 98^[*citation needed*]

Launched 95 (Original) - 10 (NEXT)

Operational 72 (66 in active service
6 spares)

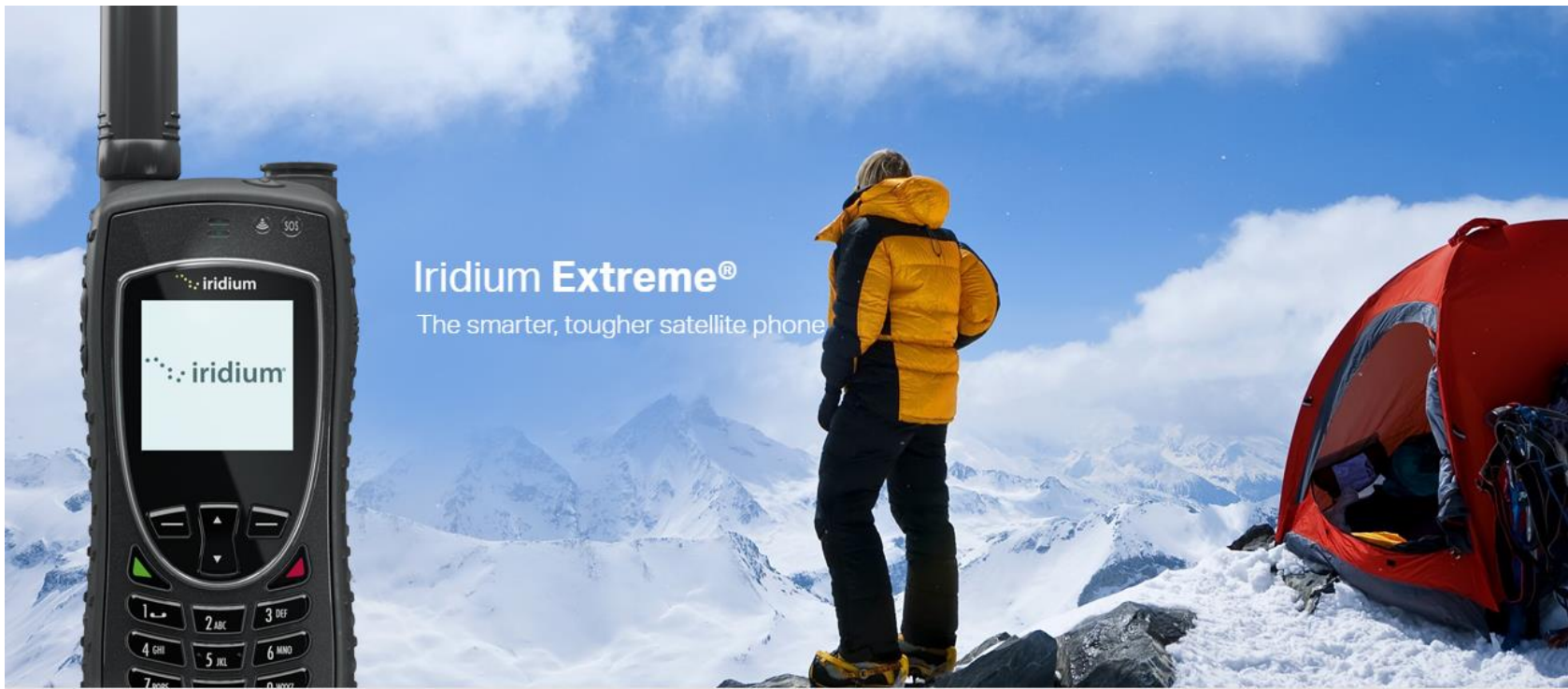
First launch Iridium 4,5,6,7,8 on 5 May 1997^[1]

Last launch 14 January 2017



Coverage of Earth by the Iridium satellites which are arranged in 6 orbits of 11 satellites each.

ใช้ 66 ดวง สำรองอีก 6 ดวง รวมใช้ทั้งหมด 72 ดวง



ทำได้ตั้งนานแล้ว ก่อน iPhone และ Android
แต่ data rate มันน้อย มีจำนวนผู้ใช้มากไม่ได้
ทำให้เมื่อหารเฉลี่ยกันแล้ว ค่าใช้บริการจะแพงมาก

Rechargeable lithium-ion battery works with the
Iridium 9555 satellite phone. Up to 4 hours of talk
time; Up to 30 hours of standby operation.

<https://www.satellitephonestore.com/catalog/sale/details/iridium-9555-battery-oem-130>

Q: How long can iPhone battery last on call?

A: between 10 to 17 hours



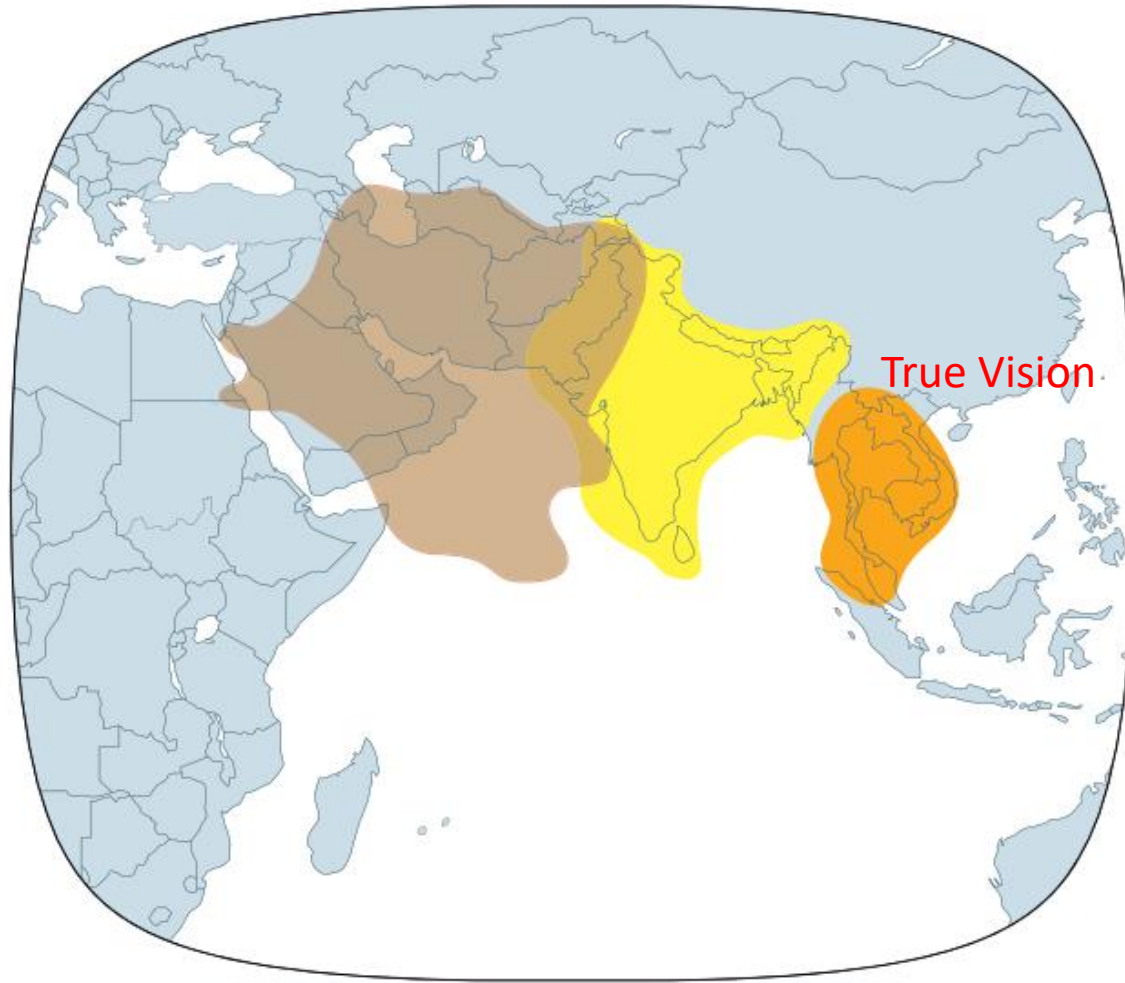
ดาวเทียม	ผู้ผลิต	วันขึ้นสู่อวกาศ (UTC)	จรวด	สถานที่ปล่อยจรวด	ผู้รับจ้าง	ลองจิจูด	สถานะ
ไทยคม 1	Hughes Space Aircraft	18 ธันวาคม พ.ศ. 2536	🇪🇺 Ariane 4 (44L)	🇫🇷 Kourou ELA-2	🇫🇷 Arianespace	120° ตะวันออก	ปลดระวาง
ไทยคม 2	Hughes Space Aircraft	8 ตุลาคม พ.ศ. 2537	🇪🇺 Ariane 4 (44L)	🇫🇷 Kourou ELA-2	🇫🇷 Arianespace	78.5° ตะวันออก	ปลดระวาง
ไทยคม 3	อาเอร็อสปาสียาล, now Thales Alenia Space	16 เมษายน พ.ศ. 2540	🇪🇺 Ariane 4 (44LP)	🇫🇷 Kourou ELA-2	🇫🇷 Arianespace		ปลดระวาง (ออกจากวงโคจร 2 ตุลาคม 2006)
ไทยคม 4 (IPSTAR)	Space Systems/Loral สหรัฐอเมริกา	11 สิงหาคม พ.ศ. 2548	🇪🇺 Ariane 5 EGS	🇫🇷 Kourou ELA-3	🇫🇷 Arianespace	119.5° ตะวันออก	ปฏิบัติการ
ไทยคม 5	Alcatel Alenia Space ฝรั่งเศส	27 พฤษภาคม พ.ศ. 2549	🇪🇺 Ariane 5 ECA	🇫🇷 Kourou ELA-3	🇫🇷 Arianespace	78.5° ตะวันออก	ปฏิบัติการ
ไทยคม 6	Orbital Sciences Corporation	6 มกราคม พ.ศ. 2557	🇺🇸 Falcon 9 v1.1	🇺🇸 Cape Canaveral SLC-40	🇺🇸 สเปนซ์เวิกซ์	78.5° ตะวันออก	ปฏิบัติการ
ไทยคม 7	Space Systems/Loral สหรัฐอเมริกา	7 กันยายน พ.ศ. 2557	🇺🇸 Falcon 9 v1.1	🇺🇸 Cape Canaveral SLC-40	🇺🇸 สเปนซ์เวิกซ์	120° ตะวันออก	ปฏิบัติการ
ไทยคม 8	Orbital Sciences Corporation	28 พฤษภาคม พ.ศ. 2559	🇺🇸 Falcon 9 v1.2	🇺🇸 Cape Canaveral SLC-40	🇺🇸 สเปนซ์เวิกซ์	78.5° ตะวันออก	ปฏิบัติการ



ไทยคม 8 (น่าจะเป็น GEO เพราะอยู่กับที่)

THAICOM 8

Service Footprint



THAICOM 8 Specifications

Manufacturer:	Orbital ATK Inc., USA
Orbital Slot:	78.5° East
Design Life:	15 Years
Attitude Control:	3-Axis Stabilized
Launch Mass:	Approx. 3000 kg
Launch Date:	27 May 2016

Transponder Capacity:

Ku-Band	24 Transponders
---------	-----------------

Technical specifications are subject to change without prior notice.

-  Ku-Band Southeast Asia (Mainland) Beam
-  Ku-Band South Asia Beam
-  Ku-Band Steerable Beam

May 2017



Thaicom Public Company Limited
63/21 Rattanathibet Road, Nonthaburi 11000, THAILAND
Tel: (662) 591-0736 to 49; Fax: (662) 591-0706, (662) 591-0719, Email: sales@thaicom.net, Web: www.thaicom.net

78.5°E

การปล่อยจรวด [แก้]

ไทยคม 8 ได้รับการอนุมัติให้ยิงส่งโคจรเมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2557 ไทยคม 8 ถูกยิงขึ้นจากฐาน ณ แหลมคะแนเวอร์ล SLC-40 ในรัฐฟลอริดา เมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2559 โดยบริษัทสเปซเอ็กซ์ เป็นดาวเทียมดวงที่สี่ของโลกที่ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรโดยจรวดฟัลคอน 9 และยังเป็นครั้งแรกของโลกที่จรวดที่ใช้ส่งดาวเทียมสามารถลงจอดบนแพลตฟอร์มจรวดได้สำเร็จโดยไม่ระเบิด^{[3][4]}



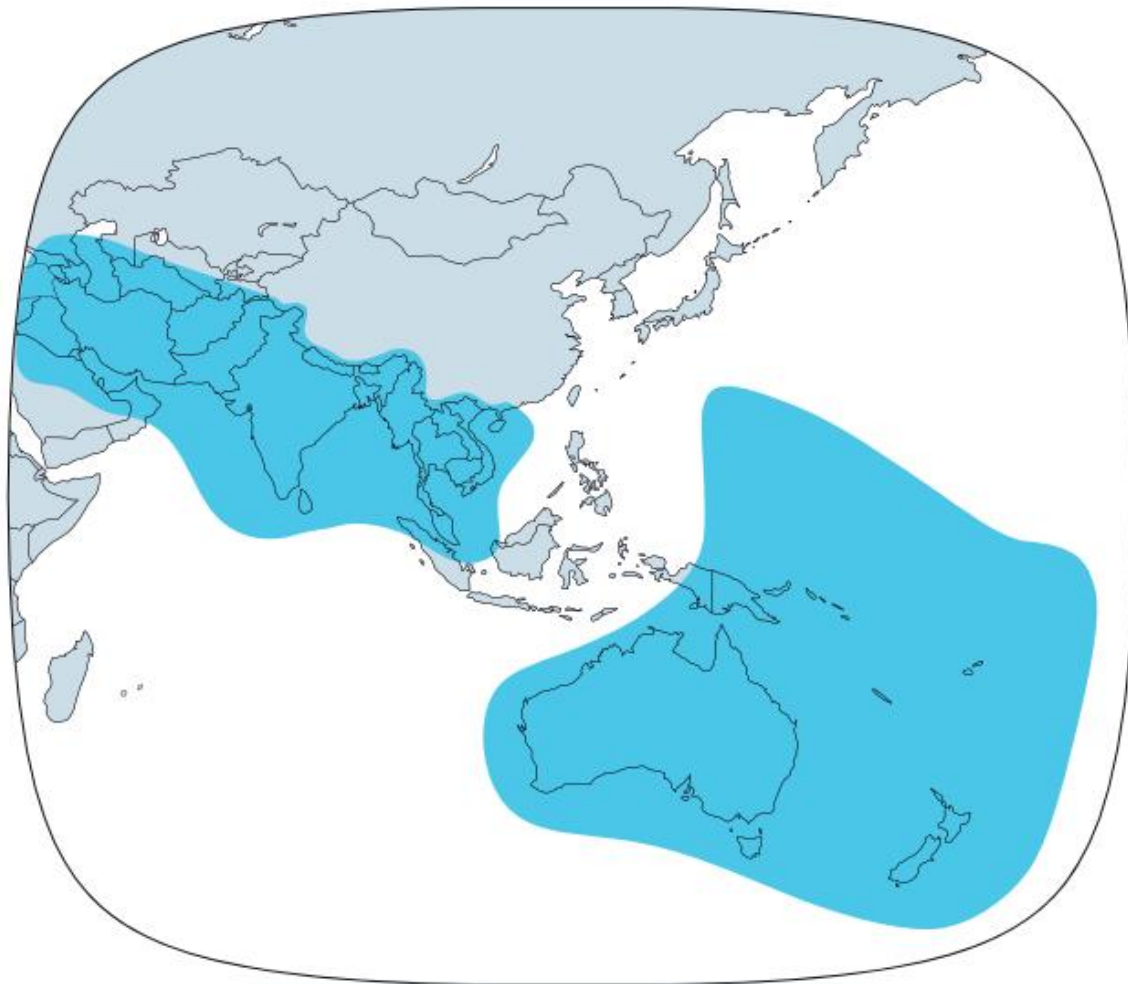
THAICOM8 เป็น GEO สัญญาณเน็ตไม่น่าแรงมาก และ latency น่าจะสูง



<https://www.thaiai.co.th/17934177/thaicom-express>
<https://www.bangkokbiznews.com/tech/991905>

THAICOM-7

Service Footprint



THAICOM-7 Specifications

Manufacturer:	Space Systems Loral , USA
Orbital Slot:	120° East
Design Life:	15 Years
Attitude Control:	3-Axis Stabilized
Launch Mass:	Approx. 3700 kg
Launch Date:	2014

Transponder Capacity:

C-Band	14x36 MHz
--------	-----------

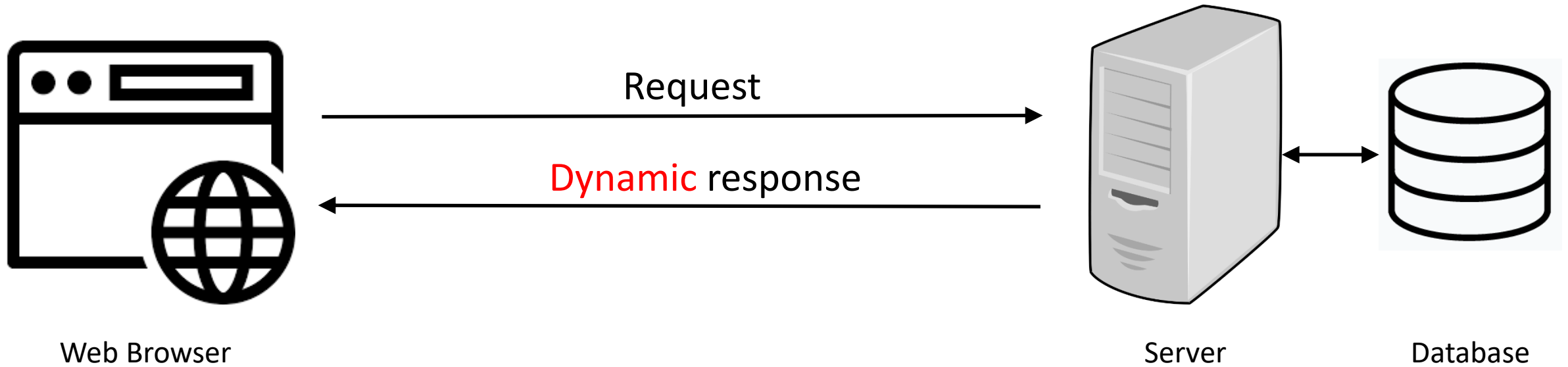
Technical specifications are subject to change without prior notice.

อินโฟแซท มั่นใจเลือกดาวเทียมไทยคม 8 รุกให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแบบ Direct-to-Home ในลาว

นนทบุรี, 11 ตุลาคม 2559:- บมจ.ไทยคม ผู้ให้บริการธุรกิจดาวเทียมไทย ประกาศความสำเร็จในการบรรลุข้อตกลงในสัญญากับ บจ. อินโฟแซท (Infosat) ผู้นำการให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแบบ Direct-to-Home (DTH) ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) โดยไว้วางใจเลือกใช้สัญญาณดาวเทียมไทยคม 8 เพื่อถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมบนแพลตฟอร์มใหม่ล่าสุด

อินโฟแซท สาขา สปป.ลาว ได้ลงนามในสัญญาระยะยาวเพื่อเช่าใช้ช่องสัญญาณในระบบเคยู-แบนด์ บนดาวเทียมไทยคม 8 โดยการบรรลุข้อตกลงดังกล่าว ถือเป็นการเน้นย้ำความสำเร็จของการดำเนินตามแผนกลยุทธ์การทำการตลาดในภูมิภาคอาเซียนของไทยคม (Thaicom's ASEAN Economic Community : AEC) และพันธสัญญาในการส่งมอบช่องสัญญาณดาวเทียมที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้บริการในภูมิภาค อินโฟแซท สาขา สปป.ลาว มีความมุ่งมั่นที่จะสร้างแพลตฟอร์มโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแบบ Direct-to-Home เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานในระบบเคยู-แบนด์ที่เพิ่มขึ้นใน สปป.ลาว โดยแพลตฟอร์มดังกล่าวมีความพร้อมในการให้บริการมากกว่า 15 ช่องรายการ ทั้งในรูปแบบความคมชัดปกติ (SD) และในรูปแบบความคมชัดสูง (HD)

PHP (began in 1994, its competitor is ASP by Microsoft)



ที่ Server ต้องติดตั้งโปรแกรม Web Server
เช่น Apache / NginX (Linux) หรือ IIS (Windows)
default port number: 80

PHP Tutorial

PHP HOME

- PHP Intro
- PHP Install
- PHP Syntax
- PHP Comments
- PHP Variables
- PHP Echo / Print
- PHP Data Types
- PHP Strings
- PHP Numbers
- PHP Constants
- PHP Operators
- PHP If...Else...Elseif
- PHP Switch
- PHP While Loops
- PHP For Loops
- PHP Functions
- PHP Arrays
- PHP Sorting Arrays
- PHP Superglobals

index.php

```
<!DOCTYPE html>
```

```
<html>
```

```
<body>
```

server-side script ทำงานที่ฝั่ง server

```
<?php
```

```
echo "My first PHP script!";
```

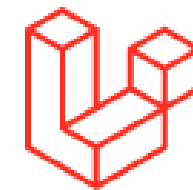
```
?>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

HTML + JavaScript + PHP

ในไฟล์เดียวกัน



Laravel

<https://laravel.com>



MVC

Models, Views, and Controllers

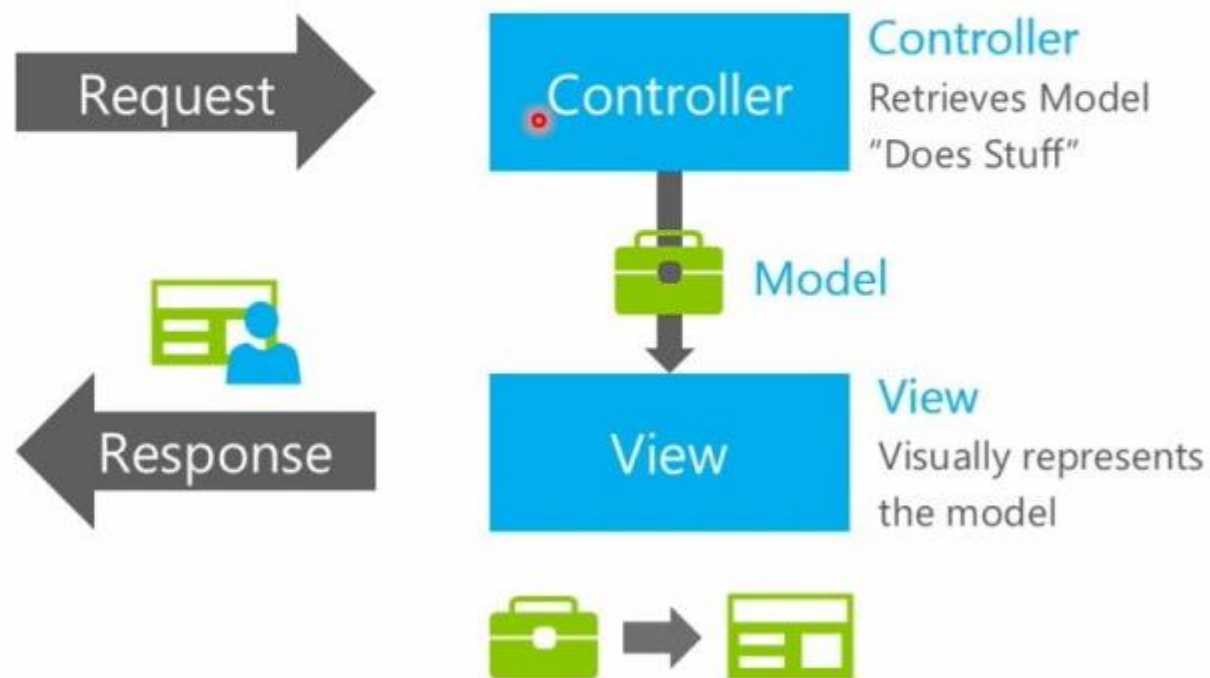
What does MVC look like?

นี่ถึงโค้ดที่ได้จาก
การทำ **scaffold**

นี่ถึง **controller**
ของ **API** เช่น **Activities**

นี่ถึง **GUI** แต่ **ASP.NET** มีเครื่องมือที่ใช้ทำ **Views** ให้ด้วย
ไม่ต้องไปใช้ **front-end framework** อื่น ๆ เช่น **React**

ข้อดีของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบนี้คือง่าย ทำเสร็จเร็ว
โปรแกรมเมอร์คนเดียวทำทั้ง **Controllers / Models / Views**
ข้อเสียคือ มันแบ่งงานเป็น **front-end / back-end** ไม่ได้
ไม่เหมาะกับโปรเจกขนาดใหญ่ ต้องพึ่งคนคนเดียว เสีย



Web API

(B_{ACK} E_{ND})

ติดตั้ง .NET SDK 6 ก่อน ทดสอบว่าติดตั้งสำเร็จหรือไม่
`dotnet --list-sdks`

สร้างโปรเจกต์ใหม่ เป็น Web API ชื่อ ToDo
`dotnet new webapi -o ToDo --framework net6.0`

เข้าไปในโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์
`cd ToDo`

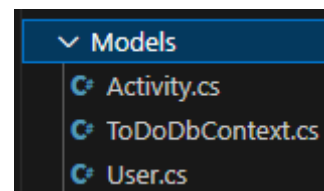
ติดตั้งเครื่องมือสำหรับ entity framework (ef)
`dotnet tool install --global dotnet-ef`

เพิ่ม package เพื่อให้ใช้ entity framework ได้
`dotnet add package Microsoft.EntityFrameworkCore.Design --version 6.0.15`

เพิ่ม package เพื่อให้ใช้ MariaDB ได้
`dotnet add package Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql --version 6.0.3`

สร้างคลาสจากฐานข้อมูล (scaffold)
`dotnet ef dbcontext scaffold "server=localhost;port=3306;user=username;password=password;database=ToDo" Pomelo.EntityFrameworkCore.MySql -c ToDoDbContext -o Models -f (เขียนทับไฟล์เดิม ถ้ามี) --no-pluralize`

เปิด visual studio code จะได้โฟลเดอร์ Models
code .





EXPLORER



▼ TODO

> bin

▼ Controllers

WeatherForecastController.cs

> Models

> obj

> Properties

{ } appsettings.Development.json

{ } appsettings.json

Program.cs

ToDo.csproj

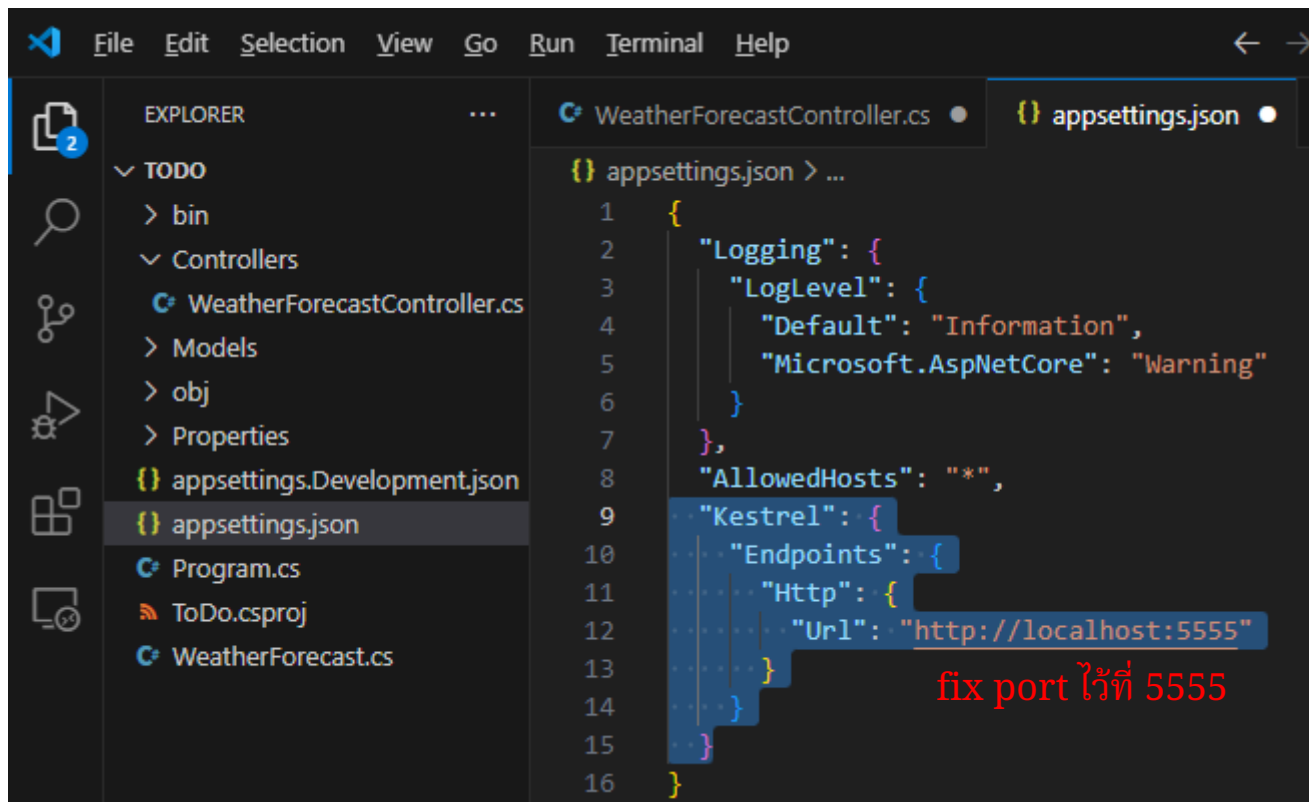
WeatherForecast.cs

ลบทิ้งได้

WeatherForecastController.cs

Controllers > WeatherForecastController.cs

```
1  using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
2
3  namespace ToDo.Controllers;
4
5  [ApiController]
6  [Route("[controller]")]
7  public class WeatherForecastController : ControllerBase
8  {
9      private static readonly string[] Summaries = new[]
10     {
11         "Freezing", "Bracing", "Chilly", "Cool", "Mild", "Warm", "Balmy", "Hot", "Sweltering", "Scorching"
12     };
13
14     private readonly ILogger<WeatherForecastController> _logger;
15
16     public WeatherForecastController(ILogger<WeatherForecastController> logger)
17     {
18         _logger = logger;
19     }
20
21     [HttpGet(Name = "GetWeatherForecast")]
22     public IEnumerable<WeatherForecast> Get()
23     {
24         return Enumerable.Range(1, 5).Select(index => new WeatherForecast
25         {
26             Date = DateTime.Now.AddDays(index),
27             TemperatureC = Random.Shared.Next(-20, 55),
28             Summary = Summaries[Random.Shared.Next(Summaries.Length)]
29         })
30         .ToArray();
31     }
32 }
```



```
File Edit Selection View Go Run Terminal Help
EXPLORER
  bin
  Controllers
    WeatherForecastController.cs
  Models
  obj
  Properties
  appsettings.Development.json
  appsettings.json
  Program.cs
  ToDo.csproj
  WeatherForecast.cs
appsettings.json
1 {
2   "Logging": {
3     "LogLevel": {
4       "Default": "Information",
5       "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
6     }
7   },
8   "AllowedHosts": "*",
9   "Kestrel": {
10    "Endpoints": {
11      "Http": {
12        "Url": "http://localhost:5555"
13      }
14    }
15  }
16 }
```

fix port ให้ที่ 5555

dotnet build

dotnet run

```
info: Microsoft.Hosting.Lifetime[14]
      Now listening on: http://localhost:5555
```



```
localhost:5555/weatherforecast
localhost:5555/weatherforecast
Pretty print
[
  {
    "date": "2025-02-04T21:54:43.6606713+07:00",
    "temperatureC": -16,
    "temperatureF": 4,
    "summary": "Cool"
  },
  {
    "date": "2025-02-05T21:54:43.6614476+07:00",
    "temperatureC": 45,
    "temperatureF": 112,
    "summary": "Cool"
  },
  {
    "date": "2025-02-06T21:54:43.6614636+07:00",
    "temperatureC": -1,
    "temperatureF": 31,
    "summary": "Mild"
  },
  {
    "date": "2025-02-07T21:54:43.6614638+07:00",
    "temperatureC": 54,
    "temperatureF": 129,
    "summary": "Balmy"
  },
  {
    "date": "2025-02-08T21:54:43.661464+07:00",
    "temperatureC": -15,
    "temperatureF": 6,
    "summary": "Warm"
  }
]
```


POST	Tokens	ล็อกอิน
POST	Activities	แบบ token มาด้วย
GET	Activities	แบบ token มาด้วย
GET	Activities/{id}	แบบ token มาด้วย
PUT	Activities/{id}	แบบ token มาด้วย
DELETE	Activities/{id}	แบบ token มาด้วย

POST	Users	สมัครสมาชิก	ให้นิสิตทำเอง
GET	Users	แบบ token มาด้วย	ให้นิสิตทำเอง

POST Tokens

```
Program.cs
public partial class Program {

    // random string (length = 32)
    public static string SecurityKey = "WKV Fab9FQhIH1MPVWKV Fab9FQhIH1MPV";
}
```

```
DTOs > Login.cs
1 namespace ToDo.DTOs
2 {
3     public class Login
4     {
5         public string NationalId { get; set; }
6         public string Password { get; set; }
7     }
8 }
```

dotnet add package System.IdentityModel.Tokens.Jwt --version=6.35.0

```

1  using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
2  using Microsoft.IdentityModel.Tokens;
3  using Microsoft.AspNetCore.Cryptography.KeyDerivation;
4  using System.Text;
5  using System.Security.Claims;
6  using System.IdentityModel.Tokens.Jwt;
7  using ToDo.Models;
8  using ToDo.DTOS;
9
10 namespace ToDo.Controllers;
11
12 [ApiController]
13 [Route("[controller]")]
14 public class TokensController : ControllerBase
15 {
16     private readonly ILogger<TokensController> _logger;
17
18     public TokensController(ILogger<TokensController> logger)
19     {
20         _logger = logger;
21     }
22
23     [HttpPost]
24     [Route("")] } Attributes? นอกว่าถ้า POST tokens ให้ทำ method ข้างล่าง
25     public IActionResult Post([FromBody] DTOS.Login data)
26     {
27         var db = new ToDoDbContext();
28
29         var user = (from x in db.User where x.NationalId == data.NationalId select x).FirstOrDefault();
30         if (user == null) return Unauthorized();
31
32         string hash = Convert.ToBase64String(
33             KeyDerivation.Pbkdf2(
34                 password: data.Password,
35                 salt: Convert.FromBase64String(user.Salt),
36                 prf: KeyDerivationPrf.HMACSHA1,
37                 iterationCount: 10000,
38                 numBytesRequested: 256 / 8
39             )
40         );
41         if (user.HashedPassword != hash) return Unauthorized();

```

```

42
43     var desc = new SecurityTokenDescriptor();
44     desc.Subject = new ClaimsIdentity(
45         new Claim[] {
46             new Claim(ClaimTypes.Name, user.Id.ToString()),
47             new Claim(ClaimTypes.Role, "user")
48         }
49     );
50     desc.NotBefore = DateTime.UtcNow;
51     desc.Expires = DateTime.UtcNow.AddHours(3);
52     desc.IssuedAt = DateTime.UtcNow;
53     desc.Issuer = "ToDo"; // any string is ok
54     desc.Audience = "public"; // any string is ok
55     desc.SigningCredentials = new SigningCredentials(
56         new SymmetricSecurityKey(
57             Encoding.UTF8.GetBytes(Program.SecurityKey)
58         ),
59         SecurityAlgorithms.HmacSha256Signature
60     );
61     var handler = new JwtSecurityTokenHandler();
62     var token = handler.CreateToken(desc);
63
64     return Ok(new { token = handler.WriteToken(token) });
65 }
66

```

ตัวอย่าง status code (มี 63 codes)

200 Ok

201 Created

204 No Content

401 Unauthorized

403 Forbidden

404 Not found

500 Internal Server Error

... ..

dotnet add package Microsoft.AspNetCore.Authentication.JwtBearer --version 6.0.36

```
Program.cs
1  using System.Text;
2  using Microsoft.IdentityModel.Tokens;
3  using Microsoft.AspNetCore.Authentication.JwtBearer;
4
5  var builder = WebApplication.CreateBuilder(args);
6
7  // Add services to the container.
8
9  builder.Services.AddControllers();
10 // Learn more about configuring Swagger/OpenAPI at https://aka.ms/aspnetcore/swashbuckle
11 builder.Services.AddEndpointsApiExplorer();
12 builder.Services.AddSwaggerGen();
13
14 builder.Services.AddAuthentication(options => {
15     options.DefaultAuthenticateScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
16     options.DefaultChallengeScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
17     options.DefaultScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
18 }).AddJwtBearer(options => {
19     options.SaveToken = true;
20     options.RequireHttpsMetadata = false;
21     options.TokenValidationParameters = new Microsoft.IdentityModel.Tokens.TokenValidationParameters()
22     {
23         ValidateIssuer = true,
24         ValidateAudience = true,
25         ValidIssuer = "ToDo",
26         ValidAudience = "public",
27         IssuerSigningKey = new SymmetricSecurityKey(Encoding.UTF8.GetBytes(Program.SecurityKey))
28     };
29 });
```



```
30
31 var app = builder.Build();
32
33 // Configure the HTTP request pipeline.
34 if (app.Environment.IsDevelopment())
35 {
36     app.UseSwagger();
37     app.UseSwaggerUI();
38 }
39
40 app.UseHttpsRedirection();
41
42 app.UseCors(options => options.AllowAnyOrigin().AllowAnyMethod().AllowAnyHeader());
43
44 app.UseAuthentication();
45
46 app.UseAuthorization();
47
48 app.MapControllers();
49
50 app.Run();
51
52 public partial class Program {
53
54     // random string (length = 32)
55     public static string SecurityKey = "WKV Fab9FQhIH1MPVWKV Fab9FQhIH1MPV";
56 }
```

POST

http://localhost:5555/tokens

Send

Params Auth Headers (9) Body Scripts Settings

Cookies

raw

JSON

Beautify

```
1 {
2   "nationalId": "1234567890123",
3   "password": "12345678"
4 }
```

Body

200 OK • 1.03 s • 391 B •

{ } JSON

Preview

Visualize

```
1 {
2   "token": "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1bm1xdWVfbmFtZSI6IjEiLCJyb2xlIjoiaXNlciIsIm5iZiI6MTczODU5OTYyOCwiZXhwIjoxNzY0MjEwNDI4LCJpYXQiOiE3MzgzMTk2MjgsIm1zcyI6IiRvRG8iLCJhdWQiOiJwdWJsaWMifQ.x38BxIF8QGGRwSy0b9CXWagvUIY87W8r-wj10apnE54"
3 }
```

Encoded

PASTE A TOKEN HERE

eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJ1bmVudWVfbmFtZSI6IjEiLCJyb2x1IjoiaXNlc
iIsIm5iZiI6MTczODU5OTYyOCwiZXhwIjoyMzM0
NjEwNDI0LCJpYXQiOjE3Mzg1OTk2MjgsImZcyI
6IlRvRG8iLCJhdWQiOiJwdWJsZWJsaWMifQ.x38BxIF
8QGGRwSy0b9CXWagvUIY87W8r-wj10apnE54

Decoded

EDIT THE PAYLOAD AND SECRET

HEADER: ALGORITHM & TOKEN TYPE

```
{
  "alg": "HS256",
  "typ": "JWT"
}
```

PAYLOAD: DATA

```
{
  "unique_name": "1",
  "role": "user",
  "nbf": 1738599628,
  "exp": 1738610428,
  "iat": 1738599628,
  "iss": "ToDo",
  "aud": "public"
}
```

VERIFY SIGNATURE

```
HMACSHA256(  
    base64UrlEncode(header) + "." +  
    base64UrlEncode(payload),  
    WKVFFab9FQhIH1MPVWVKVFab9  
)  
☐ secret base64 encoded
```

Program.SecurityKey

POST Activities

Controllers > ActivitiesController.cs

```
1 using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
2 using Microsoft.AspNetCore.Authorization;
3 using ToDo.Models;
4 using ToDo.DTOS;
5
6 namespace ToDo.Controllers;
7
8 [ApiController]
9 [Route("[controller]")]
10 public class ActivitiesController : ControllerBase
11 {
12     private readonly ILogger<ActivitiesController> _logger;
13
14     public ActivitiesController(ILogger<ActivitiesController> logger)
15     {
16         _logger = logger;
17     }
18
19     [HttpPost]
20     [Authorize(Roles = "user")]
21     public IActionResult Post([FromBody] DTOS.Activity data)
22     {
23         var db = new ToDoDbContext();
24
25         var a = new Models.Activity();
26         a.UserId = Convert.ToUInt32(User.Identity.Name);
27         a.Name = data.Name;
28         a.When = data.When;
29         db.Activity.Add(a);
30         db.SaveChanges();
31
32         return Ok(new { id = a.Id });
33     }
34 }
```

DTOS > Activity.cs

```
1 namespace ToDo.DTOS {
2     public class Activity {
3         public string Name { get; set; }
4         public DateTime When { get; set; }
5     }
6 }
```

ติดตั้ง packages ใหม่

```
dotnet add package Microsoft.AspNetCore.Authentication.JwtBearer --version=6.0.36
```

```
dotnet add package Newtonsoft.Json --version=13.0.3
```

```
1 using System.Text;
2 using Microsoft.IdentityModel.Tokens;
3 using Microsoft.AspNetCore.Authentication.JwtBearer;
4
5 var builder = WebApplication.CreateBuilder(args);
6
7 // Add services to the container.
8
9 builder.Services.AddControllers();
10 // Learn more about configuring Swagger/OpenAPI at https://aka.ms/aspnetcore/swashbuckle
11 builder.Services.AddEndpointsApiExplorer();
12 builder.Services.AddSwaggerGen();
13
14 builder.Services.AddAuthentication(options => {
15     options.DefaultAuthenticateScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
16     options.DefaultChallengeScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
17     options.DefaultScheme = JwtBearerDefaults.AuthenticationScheme;
18 }).AddJwtBearer(options => {
19     options.SaveToken = true;
20     options.RequireHttpsMetadata = false;
21     options.TokenValidationParameters = new Microsoft.IdentityModel.Tokens.TokenValidationParameters()
22     {
23         ValidateIssuer = true,
24         ValidateAudience = true,
25         ValidIssuer = "ToDo",
26         ValidAudience = "public",
27         IssuerSigningKey = new SymmetricSecurityKey(Encoding.UTF8.GetBytes(Program.SecurityKey))
28     };
29 });
30
31 var app = builder.Build();
32
```



```
33 // Configure the HTTP request pipeline.
34 if (app.Environment.IsDevelopment())
35 {
36     app.UseSwagger();
37     app.UseSwaggerUI();
38 }
39
40 app.UseHttpsRedirection();
41
42 app.UseAuthentication();
43
44 app.UseAuthorization();
45
46 app.MapControllers();
47
48 app.Run();
49
50 public partial class Program {
51
52     // random string (length = 32)
53     public static string SecurityKey = "WKV Fab9FQhIH1MPVWKV Fab9FQhIH1MPV";
54 }
```

POST

http://localhost:5555/activities

Send

ParamsAuth●Headers (9)Body●ScriptsSettingsCookies

rawJSONBeautify

```
1 {
2   "name": "เรียน mobile",
3   "when": "2025-02-04T11:00:00"
4 }
```

Body200 OK85 ms156 B

{ }JSONPreviewVisualize

```
1 {
2   "id": 3
3 }
```

ToDo.Activity: 3 rows total (exact)

#	Id	UserId	Name	When
1	1	1	นัดอาจารย์	2025-01-31 09:00:00
2	2	1	ชุดหินปูน	2025-02-01 13:00:00
3	3	1	เรียน mobile	2025-02-04 11:00:00

GET Activities

```
35 [HttpGet]
36 [Authorize(Roles = "user")]
37 public IActionResult Get()
38 {
39     var db = new ToDoDbContext();
40
41     var activities = from x in db.Activity
42                     where x.UserId == Convert.ToInt32(User.Identity.Name)
43                     orderby x.When ToUInt32
44                     select new {
45                         name = x.Name,
46                         when = x.When
47                     };
48
49     if (!activities.Any()) return NoContent();
50
51     return Ok(activities);
52 }
```

GET

http://localhost:5555/activities

Send

Params

Auth ●

Headers (7)

Body

Scripts

Settings

Cookies

Body

200 OK

1.27 s

351 B



...

{ } JSON

Preview

Visualize



```
1  [
2    {
3      "name": "นัดอาจารย์",
4      "when": "2025-01-31T09:00:00"
5    },
6    {
7      "name": "ขุดหินปูน",
8      "when": "2025-02-01T13:00:00"
9    },
10   {
11     "name": "เรียน mobile",
12     "when": "2025-02-04T11:00:00"
13   }
14 ]
```

GET

Activities/{id}

```
54 [HttpGet]
55 [Route("{id}")]
56 [Authorize(Roles = "user")]
57 public IActionResult Get(uint id)
58 {
59     var db = new ToDoDbContext();
60
61     var activity = (from x in db.Activity
62                     where x.UserId == Convert.ToInt32(User.Identity.Name) && x.Id == id
63                     orderby x.When
64                     select new {
65                         name = x.Name,
66                         when = x.When
67                     }).FirstOrDefault();
68
69     if (activity == null) return NotFound();
70
71     return Ok(activity);
72 }
```

ตั้งชื่อ Get เข้าได้ เพราะพารามิเตอร์ไม่เหมือนกัน
ToUInt32

GET



http://localhost:5555/activities/3

Send



Params

Auth ●

Headers (7)

Body

Scripts

Settings

Cookies

Body



200 OK

• 91 ms

• 210 B



{ } JSON



▶ Preview

🔄 Visualize



```
1 {  
2   "name": "เรียน mobile",  
3   "when": "2025-02-04T11:00:00"  
4 }
```

PUT Activities/{id}

```
74 [HttpPut]
75 [Route("{id}")]
76 [Authorize(Roles = "user")]
77 public IActionResult Put(uint id, [FromBody] DTOs.Activity data)
78 {
79     var db = new ToDoDbContext();
80
81     var activity = (from x in db.Activity
82                     where x.UserId == Convert.ToInt32(User.Identity.Name) && x.Id == id
83                     orderby x.When ToUInt32
84                     select x).FirstOrDefault();
85
86     if (activity == null) return NotFound();
87
88     activity.Name = data.Name;
89     activity.When = data.When;
90
91     db.SaveChanges();
92
93     return Ok();
94 }
```

PUT



http://localhost:5555/activities/3

Send



Params

Auth ●

Headers (9)

Body ●

Scripts

Settings

Cookies

raw



JSON



Beautify

```
1  {
2    "name": "เรียน mobile",
3    "when": "2025-02-11T11:00:00"
4  }
```

Body



200 OK



3.24 s



92 B



...

DELETE Activities/{id}

```
96 [HttpDelete]
97 [Route("{id}")]
98 [Authorize(Roles = "user")]
99 public IActionResult Put(uint id)
100 {
101     Delete
102     var db = new ToDoDbContext();
103
104     var activity = (from x in db.Activity
105                     where x.UserId == Convert.ToInt32(User.Identity.Name) && x.Id == id
106                     orderby x.When ToUInt32
107                     select x).FirstOrDefault();
108
109     if (activity == null) return NotFound();
110     db.Activity.Remove(activity);
111     db.Remove(activity);
112     db.SaveChanges();
113
114     return Ok();
115 }
```

DELETE



http://localhost:5555/activities/3

Send



Params

Auth ●

Headers (7)

Body

Scripts

Settings

Cookies

Body



200 OK

• 1.12 s

• 92 B



Raw



Preview



Visualize



1

Query String

เขียนต่อท้าย endpoint เพื่อส่งค่าตัวแปร (parameters) นิยมใช้กับเมธอด GET เท่านั้น เพราะไม่สามารถใส่ JSON object ใน body ได้

```
/Users?gender=m
```

```
/Users?gender=m&age=25
```

```
/Users?gender=m&agemin=20&agemax=25
```

```
/Activities?startdate=2022-01-01&enddate=2022-12-31
```

ตัวอย่างโค้ด

```
[HttpGet]
```

```
public IActionResult Get(string gender, uint ageMin, uint ageMax) { // not case sensitive
```

```
}
```

มันจะส่งค่าตัวแปรจาก query string มาเองอัตโนมัติ ถ้าเป็น optional parameter ก็ใช้ ? เพื่อบอกว่าตัวแปรนั้นเป็น null ได้ ไม่ต้องส่งมาก็ได้ เช่น

```
public IActionResult Get(string gender, uint? ageMin, uint? ageMax) {
```

```
}
```