

Nová generace satelitního pokrytí
vysokorychlostním internetem.

Marek Ondroušek

Co nás dnes čeká

- Historie satelitního připojení k internetu
- Satelity různé druhy orbitů – GEO, MEO, LEO
- Starlink
- LeoSat

Historie satelitního připojení k internetu

- Alternativa k velmi špatné nabídce kolem roku 2000
- Tehdejší řešení pro uživatele 56k nebo ISDN
- Download až 1Mbit za paušální cenu
- Velký problém s latencí – až 2s
- Satelitní připojení sloužilo především pro armádní účely a v civilní oblasti pro námořní dopravu, průmysl – u nás můžeme pamatovat satelity na benzínkách



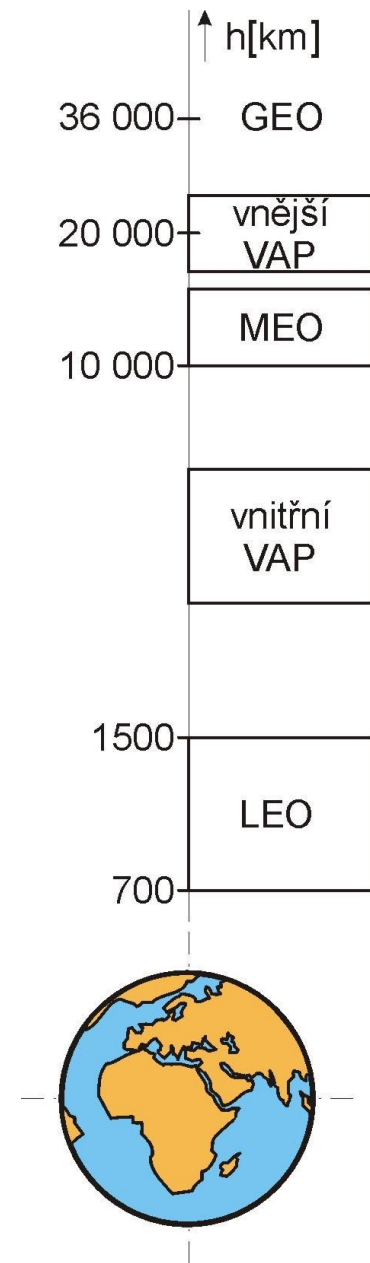
Satelity různé druhy orbitů

GEO, MEO, LEO

Nízká oběžná dráha (LEO) z anglického Low Earth Orbit) – tento název se používá pro výšky mezi 150 km a 2000 km. Na této dráze obíhá ISS, družice Iridium,

Střední oběžná dráha (MEO) – Medium Earth Orbit) – satelity na této dráze obíhají mezi 2000 km a končí ve výšce 35 786 km, tedy ve výšce geosynchronní dráhy. Obíhají zde družice GPS, GLONASS, Galileo a jiné

Geostacionární (GEO), která má nulový sklon k rovníku (GEO). Princip geostacionární dráhy je následující – družice obíhá na orbitě stejnou kruhovou rychlostí v rovině rovníku, jako se Země otáčí kolem své osy. Z pohledu pozorovatele na Zemi pak družice visí na jednom místě na obloze



Satelity různé druhy orbitů GEO, MEO, LEO

RYCHLOST SIGNÁLU - PARAMTERY

GEO

$$t = d / s, t = 36\,000 \text{ (km)} / 300\,000 \text{ (km / s)}, \underline{t = 0,12s}$$

LEO

$$t = d / s, t = 550 \text{ (km)} / 300\,000 \text{ (km / s)}, \underline{t = 0,0018s.}$$

StarLink



- **satelitní megakonstelace společnosti SpaceX**
- **poskytování širokopásmového internetu po celé planetě**
- **oznámeno v roce 2015, letos začalo vynášení satelitů**
- **do roku 2027 musí být vyneseno všech 12 000 satelitů**

StarLink

- **Výhody:**

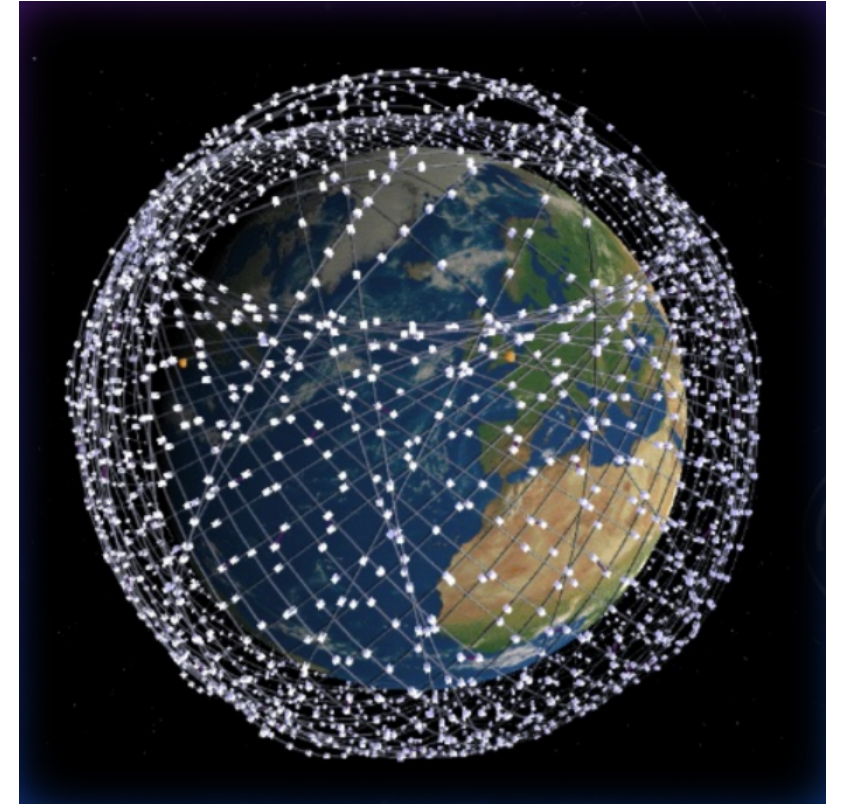
- Vysoká kapacita sítě a nízká latence
- Pokrytí kdekoliv na zemi

- **Nevýhody:**

- Signál bude náchylný na kvalitu počasí
- Nebude vhodné pro hustě obydlené oblasti
- Uživatelský terminál je velký a potřebuje výhled na oblohu

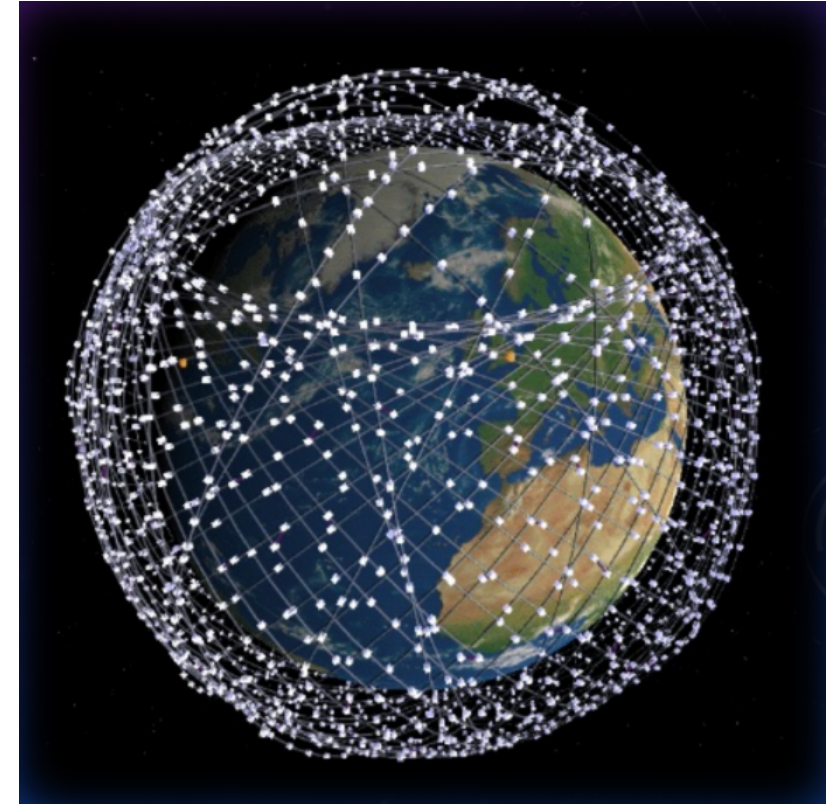
StarLink

- **Celkem 11 927 satelitů na nízké oběžné dráze**
- **rozdělených do tří fází:**
- 1584 satelitů ve výšce 550 km
- 2825 satelitů ve výšce 1110–1325 km
- 7518 satelitů ve výšce kolem 320 km



StarLink

- **Kapacita jednoho satelitu 16-50 Gb/s**
- **Latence 12 – 20 ms**
- **Zprovoznění StarLink bude stát cca 10 mld \$**



StarLink

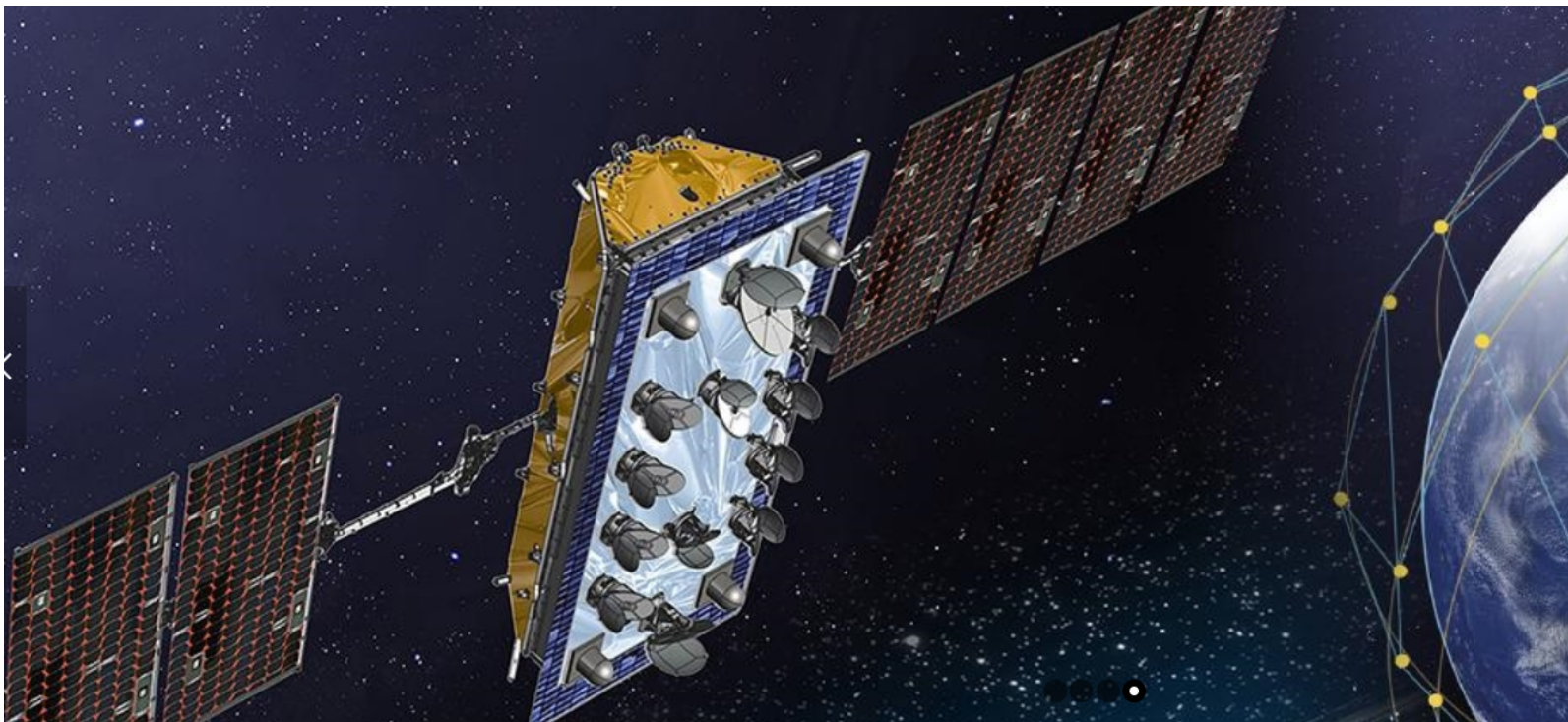
Omezený provoz v určitých regionech možná už začátkem roku 2020

Globální pokrytí přibližně v roce 2021

Parametry nabízených služeb zatím nejsou známe

- cena
- rychlost
- FUP
- agregace
- způsob účtování
- cena a parametry terminálu

LeoSat



LEO SAT™

LeoSat

- **Rychlost až do 5,2Gbps**
- **Latence 12 – 20 ms**
- **Celkem 108 vynesených satelitů do roku 2022**

LeoSat

- **Výhody:**
 - Vysoká kapacita sítě a nízká latence
- **Nevýhody:**
 - Signál bude náchylný na kvalitu počasí
 - Neměl by sloužit pro širokou veřejnost

LeoSat

K čemu a pro koho by měl být LeoSat určen:

- Rafinérie
- Námořní doprava
- Komunikační služby pro průmysl
- **Internet a mobilní backhaul (5G)**
- Vládní účely

62.7 ms

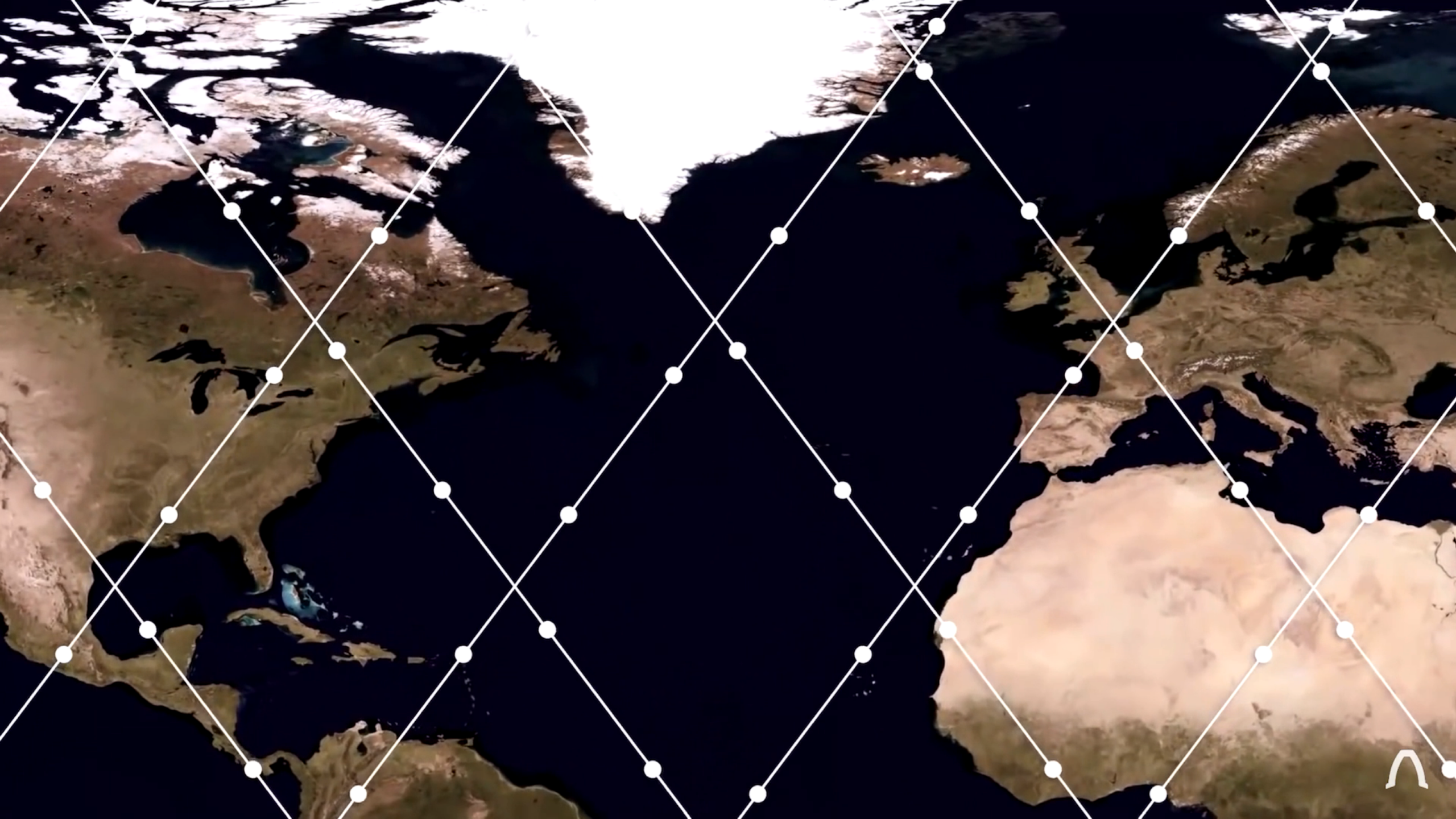
- + Signal Conversion
- + Traffic Queues
- + End User Delivery



76.0 ms



12,800 km



New York to London

43 ms

via Star Link

55 ms

via Optical Fiber

76 ms

via Average Joe Today

Satelitní megakonstelace

Constellation	Number	Manufacturer	Weight	Unveil.	Avail.	Orbit	User speed	Band	Inter-satellite links	Status
Iridium Next	66 +9 spares	Thales Alenia + Orbital ATK	860 kg 1,900 lb	2009	2018	780 km 485 mi	1.4 Mbit/s	L (1 – 2 GHz) Ka (26.5 – 40 GHz)	K 23 GHz [8]	Complete
Boeing	1,396-2,956	Boeing Satellite	N/A	2016	N/A	1,200 km 745 mi	broadband	V (40 – 75 GHz)	none [9][10]	transferring the application to OneWeb[7]
LeoSat	78-108	Thales Alenia	1,250 kg 2,755 lb	2015	2022	1,400 km 895 mi	in increments of 100 Mbit/s	Ka (26.5 – 40 GHz)	optical [11]	first launches in 2021[12]
OneWeb constellation	882-1980[13]	OneWeb Airbus JV	145 kg 320 lb	2015	2020[14]	1,200 km 745 mi	up to 595 Mbit/s[14]	Ku (12–18 GHz) Ka (26.5 – 40 GHz)	none [15][16]	6 pilot satellites in February 2019
SpaceX Starlink	4,425-11,943	SpaceX	227 kg	2015	2020[17]	550-1,325 km 341-823 mi	up to 1 Gbit/s[18]	Ku (12–18 GHz) Ka (26.5 – 40 GHz)	optical[19]	First batch of 60 satellites launched in May 2019
O3b, bought by SES S.A. in 2016	20 O3b 7 O3bm	Thales Alenia (O3b) Boeing (O3bm)	700 kg: O3b 1,543 lb	2008: O3b 2017: O3bm	2014: O3b 2021: O3bm	8,000 km 4,970 mi	1 Gbit/s for a cruise ship	Ka (26.5 – 40 GHz)	none	O3b complete
Telesat LEO	117-512[20]	Airbus SSTL SS/Loral[a]	N/A	2016	2021	1,000–1,248 km 621–775 mi	fiber-optic cable- like	Ka (26.5 – 40 GHz)	optical [21][22]	two prototypes: 2018 launch
CASIC Hongyun[23]	156			2017	2022	160–2,000 km 99–1,243 mi				prototype launched in December 2018[24]
CASC Hongyan[25]	320			2017	2023	1,100 km 680 mi				prototype launched in December 2018[26]

Děkuji za pozornost

Marek Ondroušek
marek@ondrousek.eu