

SATELLIITTI-ILTA

Virtuaali-Cygnus 2021

Leo Wikholm & Heikki Kauppinen
Avaruustekniikka-ryhmä
Tähtitieteellinen Yhdistys Ursa ry.



AIHEITA TÄNÄÄN

- Kiinan avaruusasema Tiangong
- Nauka-moduuli (avaruusasema ISS)
- Satelliittikohteen tunnistaminen
- Suunnitelmallisen helpon kohteen havainnointi
- Vaikeamman kohteen havainnointi
- Starlink-satelliittien havainnointi
- Mielenkiintoiset kohteet



Avaruusasema Tiangong

Kiinan avaruusasema



TIANGONG

- *"Taivaallinen palatsi"*
- Seuraaja aikaisemmille avaruuslaboratorioille Tiangong 1 (2011) ja Tiangong 2 (2016)
- Keskusmoduuli ja kaksi laboratoriomoduulia, telakointiportit rahti- ja miehistöaluksille
- Rakentaminen kestää **18 kuukautta** ja vaatii noin **10 täydennyslentoa**.



TIANHE

- Laukaistiin avaruuteen 29.4.2021, Wenchang (Kiina)
- Avaruusaseman asuintilat, ohjaus- ja ylläpito
- Telakointiportit avaruusrahtialuksille
- Maksimissaan kolmelle hengelle
- Kiinan ensimmäiset kolme *taikonauttia* matkustivat Tianhe-moduuliin kesäkuussa 2021 (3 kk avaruuslento).



WENTIAN JA MENGtian

- Tiangong-avaruusasema laajenee vuonna 2022
- **Wentian-** ja **Mengtian-**tutkimusmoduulit
- Täysin Kiinan toteuttama avaruusasema, jonka tieteellisestä käytöstä ovat alustavasti sopineet ainakin yhdeksän muuta valtiota tai organisaatiota.

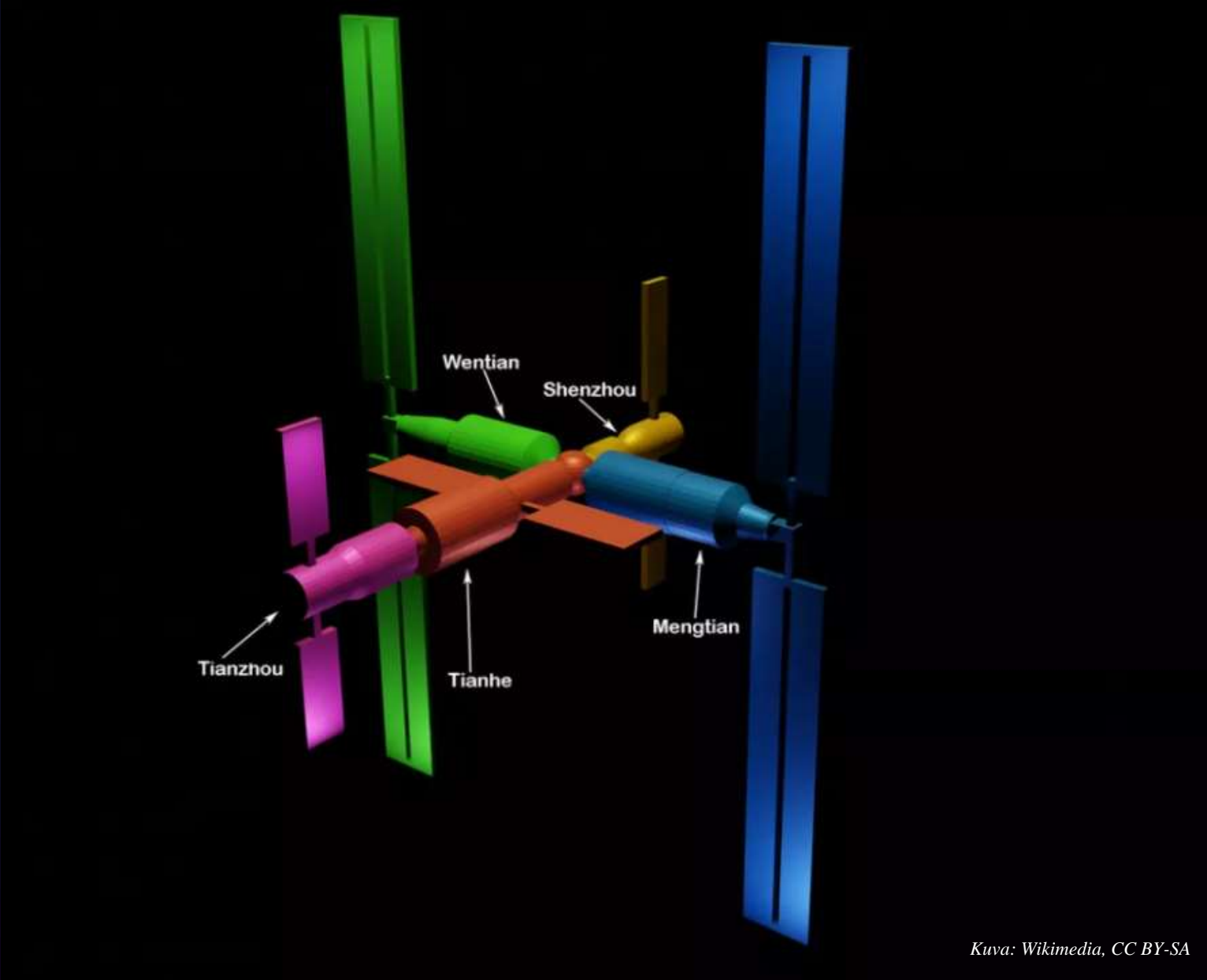


LIIKENNE

- Miehistölennot Shenzhou-aluksella
- Avaruusrahti Tianzhou-aluksella
- Seuraava miehitetty Shenzhou-aluus lokakuussa (Shenzhou 13)
- Tianzhou-laukaisu syyskuun lopussa
- Raskaiden moduulien kantoraketti Chang Zheng 5B.



TIANGONG

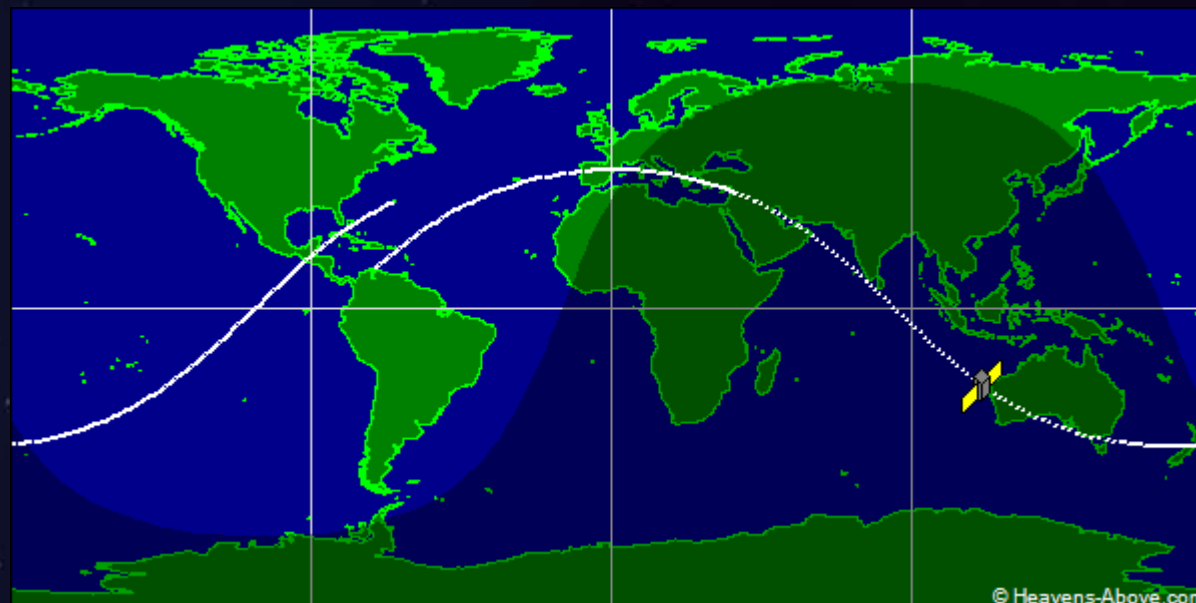


Kuva: Wikimedia, CC BY-SA



NÄKYMINEN MAAHAN

- Ratakorkeus on noin 380 km
- Ratatason kaltevuus on päiväntasaajaan nähden 41,5 astetta
- Ei näy Suomessa, mutta paras näkyvyys Euroopassa on Välimeren alueella Espanja, Ranska, Italia, Kreikka, Turkki...



Kuva: Heavens-Above



Nauka (ISS)

Multi-purpose Laboratory Module



NAUKA

- Multi-Purpose Laboratory Module MPLM
- Laukaistiin avaruuteen 21.7.2021
- Eräs ISS-avaruusaseman suurimmista moduuleista
- 13,1 metriä pitkä, leveys 23,9 metriä aurinkopaneeleineen
- Paineistettu tila 70 kuutiometriä
- Mahdollistaa mm. Progress-avaruusrahtialusten ja miehitettyjen Sojuz-alusten telakointia.



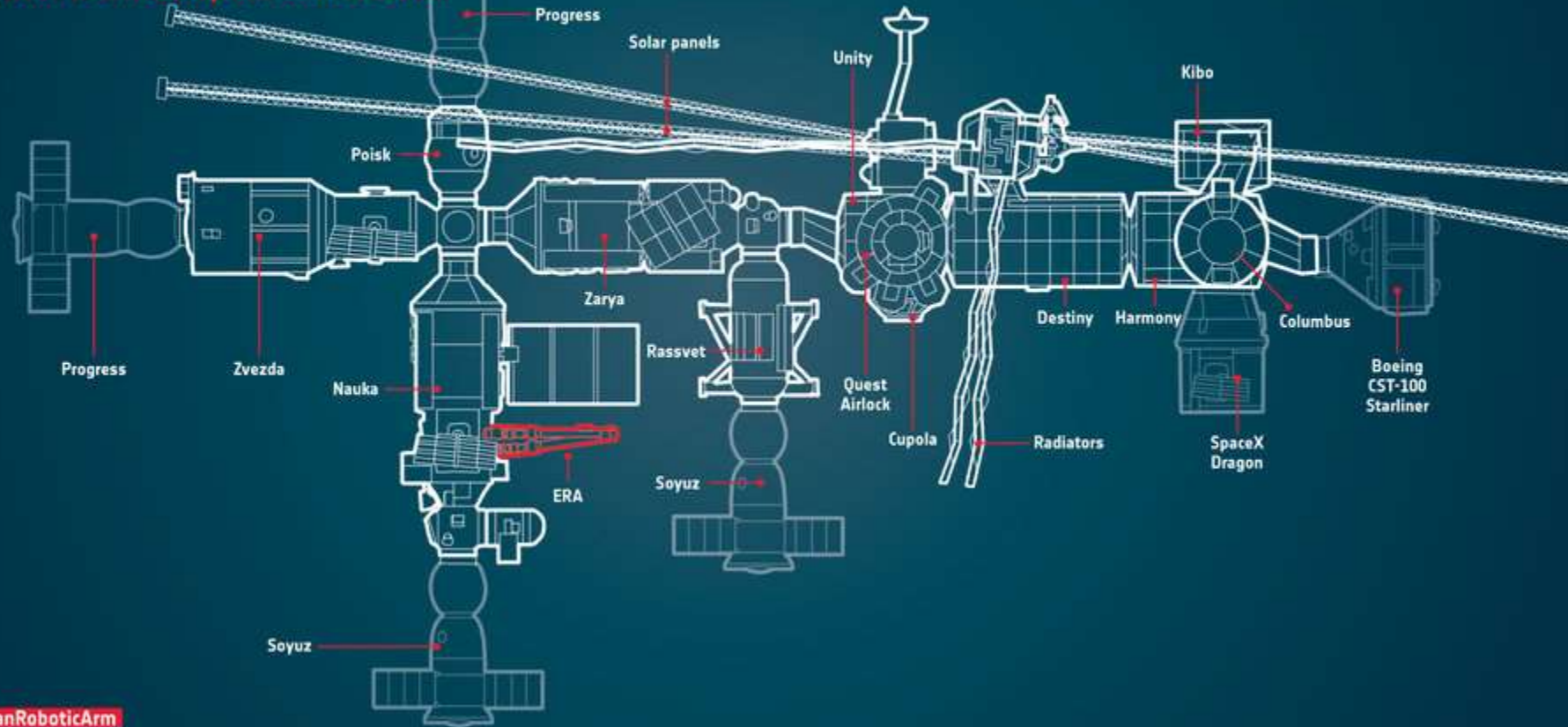
NAUKA

- Korvaa venäläisen Pirs-moduulin, joka on toiminut ilmalukkona ja telakointiporttina venäläisille aluksille
- Pirs irtautui 26.7.2021 ja tuhoutui eteläisen Tyynen Valtameren yläpuolella 4 tuntia myöhemmin
- 5 kertaa isompi kuin Pirs, eräs suurimmista moduuleista
- Eurooppalainen robottivarsi (European Robotic Arm)
- Telakointi ISS-avaruusasemaan 29.7.2021 Zvezda-moduuliin klo 16.24 Suomen aikaa
- Tämän jälkeen lukuisia valmistelutoimintoja, mm. avaruuskävelyitä.



INTERNATIONAL SPACE STATION

Where is the European Robotic Arm?



#EuropeanRoboticArm

Kuva: Euroopan Avaruusjärjestö, ESA



Satelliittien tunnistaminen



TYÖKALUT

- Heavens-Above (<https://www.heavens-above.com>)
 - Laske haluamasi satelliitin sijainti ja näkymistiedot omassa horisontissasi
 - Ajankohtaiset tiedot Starlink-satelliiteista
- HeavenSat 2.5.2 (<http://www.sat.belastro.net/heavensat.ru/english/index.html>)
 - Monipuolinen satelliittien laskentaohjelma Windows-maailmaan
 - Tarvitsee ratatietoja (ladattavissa ohjelman sisällä)
 - Starlink-ratatiedot → <https://celestrak.com/NORAD/elements/starlink.txt>
- Stellarium (<http://stellarium.org/>)
 - Monipuolinen ja näyttävä tähtitaivaan planetaario
 - Hallitsee myös satelliitit kartalla! (ei web-versiossa)



RATAELEMENTIT HEAVENSATILLE

- Space-Track
 - <https://www.space-track.org/>
 - Edellyttää kirjautumisen
 - Erittäin laaja valikoima ratatietoja (ei sotilaallisia)
- Celestrak
 - <https://celestrak.com/>
 - Laaja valikoima ratatietoja (ei sotilaallisia)
- Mike McCants (Prismnet)
 - <https://www.prismnet.com/~mmccants/tles/index.html>
 - "Classified" elements, "integrated" elements



Helpon kohteen havainnointi



Vaikeamman kohteen havainnointi



Starlink-satelliitit

Päivityspaketti



MITÄ NE OVAT?

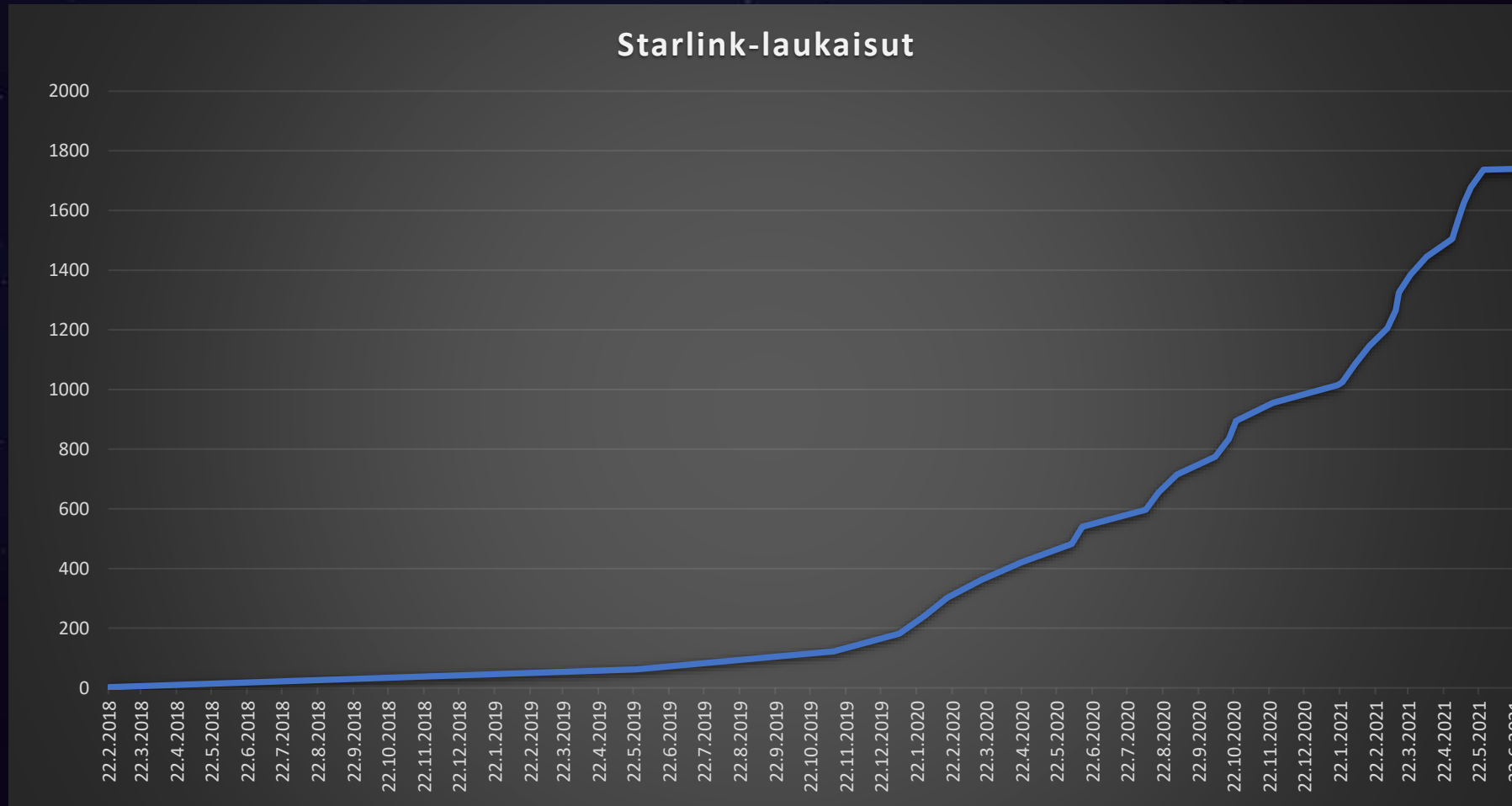
- Amerikkalaisen SpaceX-yhtiön internet-satelliittihanke
- Tavoitteena tarjota internet-yhteyksiä kaikkialle maapallolle matalilla radoilla kiertävien satelliittien avulla
- Järjestelmän alkuperäisenä tavoitteena noin **12 000 kpl** verraten matalilla radoilla kiertävää satelliittia
- Tulevaisuudessa ehkä jopa **42 000** satelliittia!



Kuva: SpaceX



KIIVAS LAUKAISUTAHTI



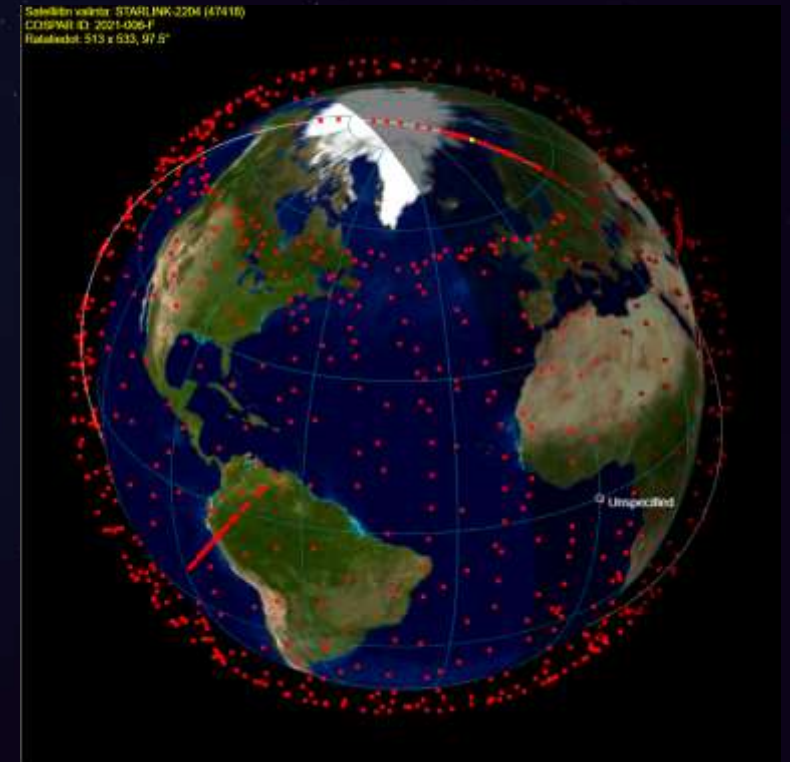
PERUSTIETOA

- Satelliitin kookkain rakenne on aurinkopaneelit, joissa yhden segmentin koko on 3,2 x 0,8 metriä.
- Yhden satelliitin massa on 260 kg
- Laukaisun jälkeen ratakorkeus on noin 340 km, josta satelliitti siirtyy lopulliselle radalleen noin 550 km korkeuteen.
- Radan kaltevuus Päiväntasaajaan nähden on valtaosalla satelliiteista noin 53 astetta (=inklinaatio).



AVARUUDESSA

- Valtaosa ratatasojen kaltevuuksista (ns. inkliinaatio) on 53 astetta, jonka ansiosta napa-alueet jäävät katvealueeseen
- Tammikuussa 2021 **Transporter 1** –megalaukaisun yhteydessä avaruuteen laukaistiin 143 satelliittia ja mukana oli ensimmäistä kertaa 10 Starlink-satelliittia polaariradalla!
- Kesäkuussa 2021 **Transporter 2** –megalaukaisun yhteydessä lähetettiin 3 uutta polaarista Starlink-satelliittia!



Kuva: Heav



NÄKYMINEN MAAHAN

- Laukaisun jälkeen satelliitit ovat radalla melko tiiviinä muodostelmana ja näkyvät siksi "helminauhana" taivaalla, kunnes erkanevat hiljalleen
- Näkyvät paljain silmin tähtitaivaalla keskimäärin noin 4 – 5 magnitudissa
- Horisonttikorkeus on tavallisesti hieman yli 20 astetta Suomessa
- Melkoinen häiriö tähtitaivaan kuvaajille, observatorioille
- Pohjoisilla leveysasteilla Starlinkit ovat kuitenkin horisontin tuntumassa toistaiseksi.



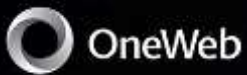


Kuva: Jari Mäkinen, Bordeaux 05/2020



KILPAILEVAT JÄRJESTELMÄT

TELESAT™



- **OneWeb** (rakenteilla)
 - Tavoitteena 648 satelliittia
 - Heinäkuun alussa 2021 jo 254 satelliittia
 - Ratakorkeudet 1200 km
 - Laukaisut Sojuz-raketeilla
 - Visuaalisesti hyvin himmeitä



- **Amazon Kuiper** (kehitteillä)
 - 3236 satelliittia
 - Ratakorkeudet 590 – 630 km

- **Telesat Lightspeed** (kehitteillä, 2023)
 - 298 satelliittia
 - Ratakorkeus 1000 km
 - Kanadalainen järjestelmä
 - Suunnattu julkisyhteisöille, laivoille ja lentoliikenteelle
- **HongYun** (Kiina)
 - 150 satelliittia
 - Ratakorkeus 1100 km
- **Gonets 2** (Sovereign's Eye, Venäjä)



Syksyn satelliitit



AVARUUSASEMA ISS

- Helppo, kirkas paljain silmin havaittava kohde melko matalalla etelähorisontissa.
- Aamulla elo-syyskuussa: 31.8. – 10.9.
- Illalla syyskuussa 19.9. – 3.10.
- Aamulla loka-marraskuussa 24.10. – 5.11.
- Illalla marras-joulukuussa 23.11. – 8.12.
- Aamulla loppuvuodesta 21.12. – 3.1.

