

SISÄLTÖ

Johdanto	9
1. Esipuhe avaruusmyytteihin	30

OSA I HOITOALALLA AVARUUDESSA

2. Tukehtuminen, luukato ja lentävät possut: avaruusfysiologisia tutkimuksia	51
3. Avaruusseksi ja sen seuraukset	76
4. Avaruusmatkailun psykologia: varmaa on vain se, että astronautit ovat valehtelijoita	94

OSA II AVARUUSKOTI NÄKYVISSÄ: MIHIN VOISIMME ASETTUA?

5. Kuu: Remontoijan unelma mainiolla sijainnilla	120
6. Mars: Myrkyllinen maa, myrkylliset taivaat – mutta mikä mahdollisuus!	135
7. Jättikokoinen avaruuspyörä: ei välttämättä huonoin vaihtoehto	146
8. Huonoimmat vaihtoehdot	155

OSA III TASKUKOKOINEN PARATIISI: MITEN RAKENNETAAN IHMISTERRARIO, JOKA EI OLE IHAN NIIN KAMALA

9. Ulos ja sisään: Kakkaa, ruokaa ja ”suljetut kierrot”	166
10. Oma skupoli kullan kallis: Miten ulkoavaruuden asumukset rakennetaan	185

OSA IV AVARUUSLAKI AVARUUSASUMUKSILLE: KUMMALLINEN, EPÄMÄÄRÄINEN JA VAIKEA MUUTTAA

11. Kyyninen tarina avaruudesta	209
12. Avaruuden yleissopimus: mainio tapa säädellä avaruutta – 60 vuotta sitten	224
13. Murha avaruudessa: kuka tappoi kuusopimuksen?	242

OSA V TIET ETEENPÄIN: SIDOTTUNA KUUSYLVANIAAN?

14. Yhteinen avaruus	264
15. Taivaan jakaminen	279
16. Avaruusvaltioiden synty: Kuin vauvan synnyttäminen avaruudessa, mutta sekavampaa	293

OSA IV VARASUUNNITELLA VAI EIKÖ VARASUUNNITELLA: YHTEISKUNTA AVARUUDESSA, IHMISKUNNAN LAAJENTUMINEN JA EKSISTENTIAALINEN UHKA

17. Marsissa ei ole työläisiä: Ulkoavaruus yhtiökaupunkina	317
18. Kuinka suuri on suuri? Varasuunnitelmat ilman geneettisiä tai taloudellisia katastrofeja	331
19. Avaruuspolitiikan muut keinot: sodan mahdollisuudesta avaruudessa	340
20. Lyhyt lopetus harvoin esitetystä vaihtoehdosta: Odotetaan eikä lähdetä mihinkään	356
Loppupäätelmä	360
JOO JOO, MUTTA... eli hillityn toiveikas loppupäätelmä	364
Kiitokset	369
Viitteet	371
Kirjallisuus, osittain	381
Hakemisto	404

Avaruusasutusyhteisölle.

*Toivotitte meidät tervetulleiksi ja jaoitte
viisauttanne ja tietoaanne.*

*Olemme huolissamme siitä, että monet
teistä tuntevat itsensä petetyiksi joidenkin
johtopäätöstemme vuoksi, mutta siinä
missä olemme poikenneet näkemyksistänne,
emme ole poikenneet visiostanne
ihmiskunnan loistavasta tulevaisuudesta.*

Johdanto

Uudisasukkaan opaskirja punaiselle planeetalle?

Kysymys ei ole enää siitä *aiommeko* asuttaa Kuun ja Marsin,
vaan *milloin* teemme sen.

– TIM PEAKE, ASTRONAUTTI

Kyllästyttääkö elämä maapallolla? Oletko miettinyt muuttamista johonkin aivan muualle? Avaruus näyttää päivä päivältä lupaavammalta vaihtoehdolta. Marsissa ei ole poliittista korruptiota, Kuussa ei sodita eikä Uranuksessa kerrota lapsellisia vitsejä. Eikö asettuminen avaruuteen olisikin paras mahdollisuus siten vuoden 50 000 eaa. jättää vanhat ikävyödet taakseen ja koittaa jotain aivan uutta? Viimeiset viisi vuosikymmentä avaruusmatkailu on jumittanut paikoillaan, mutta nyt meillä on teknologia, pääomat ja halua mennä pidemmälle kuin vain kipaista nopeasti Kuussa. Olemme vihdoin valmiit ottamaan kohtalomme omiin käsiimme ja laajentamaan elinpiiriämme toisille planeetoille.

Tai sitten ei. Kuten suurimmalla osalla tätä kirjaa varten haastattelemistamme asiantuntijoista, avaruuden asuttamista koskevat käsityksesi eivät ehkä ole kaikki aivan totta. Emmekä ihmettele tätä yhtään, sillä julkinen keskustelu aiheen ympärillä on täynnä myyttejä, fantasioita ja suoranaisia väärinymmärryksiä jopa perusasioista.

Esimerkiksi SpaceX:n internet-palveluntarjoaja Starlink julkaisi vuonna 2020 palvelusopimuksensa, jossa sanottiin, että ”yhdelläkään maapallon hallituksella ei ole valtuuksia tai oikeuksia säätää Marsissa tapahtuvasta toiminnasta.” Tämä lauseke on samanlainen kuin monet muutkin avaruuden asuttamiseen liittyvät väittämät: sen esittää vaikutusvaltainen taho, se on levinnyt laajalle ja sitä on kommentoitu runsaasti. Se on myös täysin harhaanjohtava. Maan hallituksilla on valtuuksia määrätä toiminnasta Marsissa. Sitä koskevat pitkäaikaiset sopimukset, joiden mukaan Mars on kansainvälistä yhteismaata. Nämä sopimukset ovat kieltämättä outoja ja epämääräisiä, mutta ne ovat olemassa eikä niitä voi laittaa sivuun millään palveluntarjoajan sivulauseella.

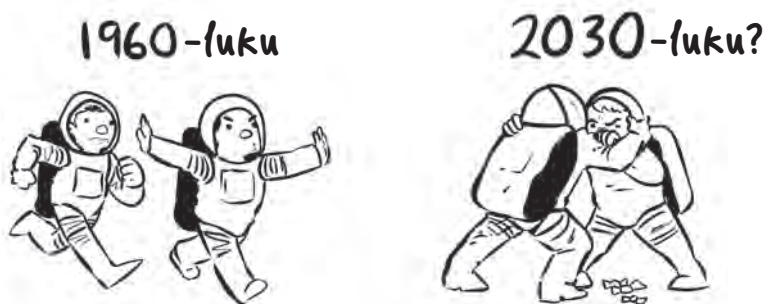
Kaikki kehnnot esitykset avaruuden asuttamisesta eivät myöskään ole peräisin rakettimiljardööreiltä. Vuonna 2015 *Newsweekin* artikkelissa ”Star Wars’ Class Wars: Is Mars the Escape Hatch for the 1 Percent (”Tähtien sodan luokkasodat: onko Mars rikkaan 1 prosentin pakopaikka?”) esimerkiksi väitettiin, että ”punaiselle planeetalle pääsevät luultavasti vain rikkaat, kun köyhät jäävät kärsimään, jos ympäristö maapallolla romahtaa ja sodat alkavat.” Tämän voi uskoa vain, jos ei ymmärrä mitään siitä, kuinka täydellisen uskomattoman mahdottoman kamala paikka Mars on. Sen keskilämpötila on noin -60 celsiusastetta eikä siellä ei ole ilmaa hengitettäväksi. Niiden sijasta tarjolla on planeetanlaajuisia hiekka-myrskyjä ja koko pintaa peittävä kerros myrkyllistä tomua. Kaksi astetta lämmenneen maapallon hylkääminen ja lähteminen Marsiin olisi kuin sotkuisesta huoneesta muuttaminen ongelmajätteiden täyttämälle kaatopaikalle.

Totuus on, että muuttaminen toiseen maailma – eli että rakennetaan jonnekin Maan ulkopuolelle omavarainen yhteiskunta – ei tule tapahtumaan kovinkaan pian. Se ei myöskään sisällä niitä etuja, joita asian puolestapuhujat mainostavat. Ei rikkauksia, ei uusia itsenäisiä valtioita, ei toista kotia ihmiskunnalle, ei edes turvapaikkaa superrikkaille.

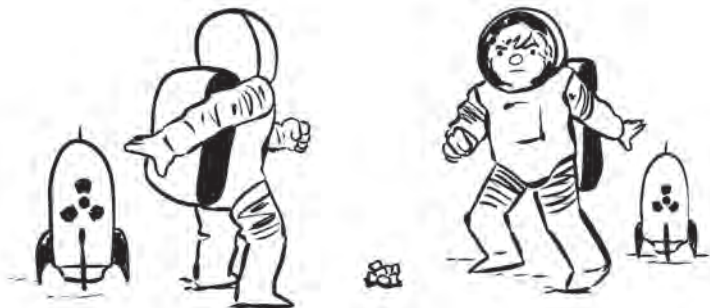
Ja silti elämme maailmassa, jossa avaruusjärjestöt, valtavat yhtiöt ja mediataitoiset miljardöörit tarjoavat jotain ihan muuta. Heidän mukaansa asutukset ovat tulossa ehkä jo vuonna 2050. Kun ne ovat valmiina, kuta kuinkin kaikki maailman ongelmat on ratkaistu. Ne korjaavat Maan biosfääriin ja synnyttävät uskomattoman luovan kulttuurin tai tuovat valtavan taloudellisen etulyöntiaseman Yhdysvalloille tai Kiinalle tai Intialle tai kenelle tahansa, joka uskaltaa ottaa ensimmäisen askeleen.

Vaikka pidämmekin kaikkia näitä väitteitä höpönä, niitä tukevat aidosti mulistavat teknologiset edistysaskeleet, joiden ansiosta avaruuteen pääseminen on paljon halvempaa. Ensi vuosikymmenellä tulee olemaan lähes varmasti helpompaa kuin koskaan aikaisemmin rakentaa tukikohtia avaruuteen. Lähtijöiden ongelma on se, että useimmat avaruusmatkailun hankaluuksista – erityisesti biologiaan ja talouteen liittyvät kysymykset – ovat paljon monimutkaisempia kuin suurten rakettien tai halvempien avaruusaluusten rakentaminen. Kuten kohta käy ilmi, näiden ongelmien ohittaminen ja asumusten rakentaminen avaruuteen pakolla ja pikaisesti on tie sosiaaliseen katastrofiin ja saattaa asettaa kotiplaneettamme vaaraan.

Samaan aikaan kansainvälisiä avaruuslakeja on hädin tuskin päivitetty sitten 1970-luvun. Avaruutta koskeva lainsäädäntö on usein epämääräistä ja monitulkintaista – ja jos hyväksyy Yhdysvaltojen suosiman tulkinnan, hyvin sallivaa. Nykyaikaisessa nopeasti kasvavan avaruuskapitalismin maailmassa yhä useampi valtio pystyy lähettämään avaruuteen aluksia ja käsillä on uuden kuukilvan ainekset. Kilpailu Kuusta 2020- tai 2030-luvulla on kuitenkin hyvin erilaista kuin 1960-luvulla. Tällä kertaa tulemme luultavasti näkemään yrityksiä varata Kuun parhaat paikat, joita on hyvin rajallisesti. Mahdollisten konfliktien näkökulmasta kuukilpa ei muistuta niinkään kahden lapsen välistä kilpajuoksua, jossa nopeus ratkaisee. Se muistuttaa enemmänkin alati kasvavan lapsijoukon riitelystä muutamasta karkista.



Ja se on vaarallista. Tarpeettoman vaarallista, mikäli onnistumme vakuuttamaan sinut siitä, ettei siihen laitettuja resursseja saada takaisin. Ja lisätään lapsivertaukseen vielä muistaessamme se, että näillä lapsilla on myös ydinaseita.



Niinpä. Avaruuden asuttaminen. Onko tätä nyt mietitty kunnolla?
Jos ihmiskunta on olemassa vielä joidenkin vuosisatojen päästä, on ihan luul-

tavaa, että laajennamme asuinalueitamme avaruuteen. Kansakunnilla, valtioilla ja kansainvälisellä yhteisöllä on erilaisia vaihtoehtoja sen suhteen, miten tämä voi tapahtua. Valintamme nyt – millä vauhdilla laajeneminen tapahtuu ja millaiset säännöt sitä ohjaavat – muokkaavat tulevaisuutta tavoilla, joita emme pysty kuvittelemaan. Väärät valinnat eivät pelkästään hidasta kehitystä vaan voivat vaarantaa koko ihmiskunnan olemassaolon.

Valintojen tekeminen on mahdotonta ellemme tiedä, mitä kaikkea avaruuden asuttaminen todella tarkoittaa. Ei siis pelkästään raketin kokoa tai uudisasutuksen energiantarvetta tai asteroideilta löytyviä mineraaleja vaan suuria ja avoimia kysymyksiä terveydestä, lisääntymisestä, laista ja oikeuksista, ekologiasta, taloudesta, sosiologiasta ja sodankäynnistä avaruudessa. Yksityiskohtaiset ja totuudenmukaiset selvitykset näistä aiheista sekä niihin liittyvistä vakavista ongelmista loistavat lähes poikkeuksetta poissaolollaan avaruuden asuttamista koskevista kirjoista ja dokumenteista.

Miksi avaruuden asuttamista käsitellään niin usein kehnosti? Uskomme tähän olevan kaksi keskeistä syytä. Ensinnäkin suuri yleisö tietää avaruudesta hyvin vähän. Useimmat ihmiset osaavat nimetä täsmälleen yhden astronautin ja luetella planeettojen järjestyksen jonkin muistisäännön avulla. Muutamaa outolintua lukuun ottamatta useimmat meistä eivät tiedä mistä Kuun pinta koostuu, mikä on Avaruuden yleissopimus, tai tunne ydinaseiden käytön historiaa avaruudessa.

Koska avaruustutkimus ei ole ihmisille kovin tuttua, sen kummallisesta pikkuserkusta eli *avaruuden asuttamista koskevasta tieteestä* ei tiedetä käytännössä mitään. Ja näin pääsemme toiseen ongelmaan. Jos on kiinnostunut avaruuden asuttamisesta ja haluaa perehtyä siihen, monet artikkelit ja dokumentit, ja kuta kuinkin kaikki aiheesta kirjoitetut kirjat, ovat *avaruuden asuttamisen puolesta-puhujien* tekemiä.

Tässä ei tietenkään ole mitään väärää. Tapaamamme avaruusintoilijat ovat fiksuja ja syvällisiä ihmisiä. Tai ainakin suurin osa heistä. Avaruuden asuttamiseen perehtyminen on kuitenkin nykypäivänä hieman sama kuin selvittelisi sitä, kuinka paljon kaljaa voi turvallisesti juoda maailmassa, jossa kaikki merkittävät tutkimukset aiheesta ovat olutpanimoiden tekemiä.

Nekin kirjat, jotka yrittävät huomioida eri näkökulmat, jättävät tärkeitä asioita pois. Esimerkiksi yksi kaikkein merkittävimmistä aiheita käsittelevistä kirjoista, *The Case for Mars*, on yli 400 sivua pitkä ja kertoo kyllä 1980-luvulla

pidetyistä Mars-konferensseista sekä antaa yksityiskohtaiset kemialliset kaavat Marsin pinnalla valmistettaville muoveille. Siinä ei kuitenkaan kertaakaan mainita kansainvälistä avaruuslakia. Viiden vuosikymmenen ajalta kertyneet lainopilliset ennakkotapaukset, jotka tulevat viitoittamaan kaikkia Marsia koskevia poliittisia ja geopolittisia kysymyksiä tulevaisuudessa? Ei sanaakaan niistä.

Nyt käsissäsi oleva kirjanen on tietääksemme ainoa suurelle yleisölle suunnattu teos – joka kyllä alkaa Uranus-vitsillä (myönnämme syyllisyytemme) ja jatkuu selvityksellä kannibalismista avaruudessa (tulossa pian!) – jossa vitsailusta huolimatta ei yritetä pelkästään mainostaa ideaa lähitulevaisuudessa toteutuvasta avaruussiirtokunnasta, vaan hahmotellaan kokonaiskuva avaruuden asuttamisesta.¹ Pyrkimyksemme on oikoa väärinkäsityksiä ja esittää paljon realistisempi käsitys siitä, kuinka toteuttamiskelpoisia avaruuteen suunnitellut asutukset ovat ja mikä niiden merkitys voisi olla ihmiskunnalle.

Aluksi on kuitenkin syytä esittäytyä. Heippa! Olemme Kelly ja Zach Weinersmith. Kelly on biologi ja Zach sarjakuvanpiirtäjä. Olemme lisäksi kahden avio puolison muodostama tutkimusryhmä ja käyttäneet viimeiset neljä vuotta yrittäen ymmärtää miten ihmiset voisivat muuttaa avaruuteen. Olemme kiertäneet konferensseissa, tehneet lukuisia haastatteluja sekä keränneet viimeisimmän laskun mukaan 27 hyllyllistä avaruuden asuttamista ja siihen liittyviä aiheita käsitteleviä kirjoja ja artikkeleita. Olemme avaruusnörttejä. Rakastamme rakettilaukaisujen seuraamista ja temppuja painottomassa tilassa. Rakastamme avaruusmatkailun historian kummallisia yksityiskohtia kuten punaisia ruokakuutioita ja tamponivöitä. Rakastamme urauurtavia suunnitelmia mahtavasta tulevaisuudesta. Olemme myös hyvin skeptisiä luonteeltamme. Jos haluat kuvitella meidät, ajattele John F. Kennedyä puhumassa kauniisti ja mieltä ylentävästi purjehtimisesta ”tällä uudella valtamerellä” ja kiinnitä huomiota taustalla erottuvaan kahteen hahmoon, jotka siristävät silmiään ja miettivät, ”mutta onko se *todella* kuin valtameri”?

Tutkittuamme joidenkin vuosien ajan avaruuden asuttamista, aloimme kutsua itseämme salassa ”avaruusluopioiksi”, sillä huomasimme olevamme paljon pessimistisempiä kuin monet muut alan tutkijat. Erityisen skeptisiä olimme ava-

1 Kriittistä kirjallisuuttakin toki on pitkältä ajalta ja alati kasvavassa määrin, esimerkiksi Fred Scharmenin teos *Space Forces* ja Erika Nesvoldin kirja *Off-Earth*.

ruusnörttien suurimpia suunnitelmia kohtaan. Emme kuitenkaan ole aina olleet tällaisia. Tieto teki meistä tällaisia. Suoraan sanoen, olemme pelkureita ja haluaisimme hyvin mielellämme olla samaa mieltä kaikkien kanssa. Meistä ei ole mukavaa olla näin pessimistisiä, varsinkaan sellaista pyrkimystä kohtaan, jossa niin monien mielestä ruumiillistuu ihmisyyden parhaat puolet. Se saa meidät tuntemaan itsemme, no, luopioiksi.

Uskomme avaruuden asuttamisen olevan mahdollista, mutta keskustelun siitä täytyy olla realistisempaa – ei ilon pilaamiseksi, vaan maapallolle aidosti vaarallisten kehityssuuntien välttämiseksi.

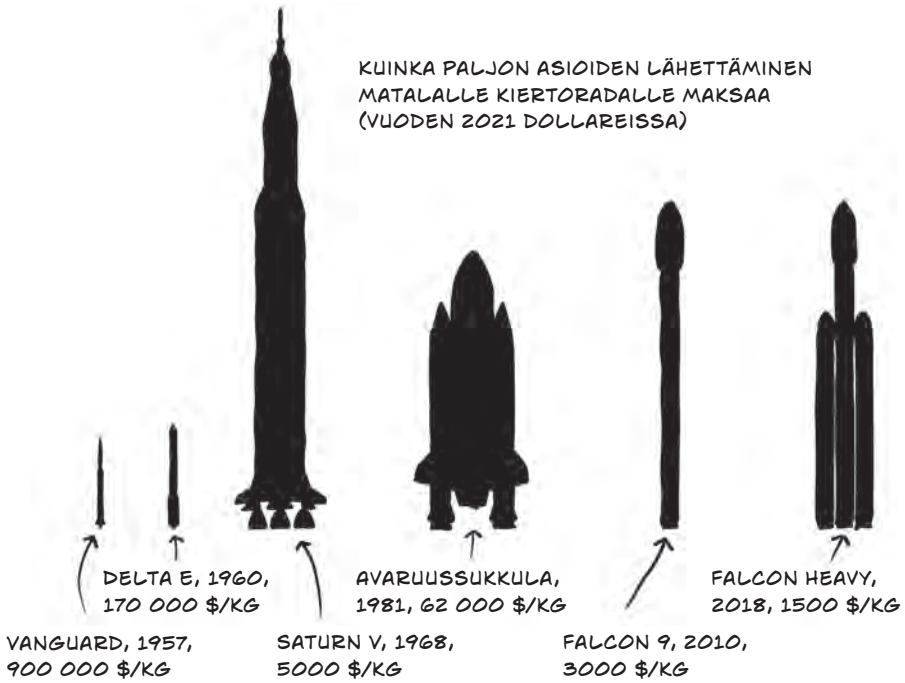
Miten meistä tuli avaruusluopioita ja miten sinustakin voi tulla sellainen!

Jos avaruustutkimus on sinulle uutta, et ehkä ole huomannut, että 2010-luvun puolivälistä eteenpäin laukaisujen ja ylipäätään avaruusbisneksen hinnat ovat muuttuneet vallankumouksellisen paljon pienemmiksi.

Useimmilla meistä on jonkinlainen käsitys siitä, että 1950- ja 1960-luvut suorastaan tulvivat avaruuteen liittyviä loistavia lupauksia: tukikohtia Kuussa, lomailua kiertoradalla, uudisasukkaita Marsissa. Erityisesti 1960-luvun avaruuskirjoissa vihjailtiin kumma kyllä myös erilaisista heikon painovoiman mukanaan tuomista eroottisista mahdollisuuksista. Tämä kaikki jäi 70-luvun pörrömattoankeuden jalkoihin ja sitä seurasivat neljä vuosikymmentä vaatimatonta ja ilmeisen siveellistä ihmiseloa avaruudessa. Syyllisenä tähän pidetään joskus mielikuvituksen tai kunnianhimon puutetta, mutta kustannukset hyvin yksinkertainen syy löytyy kustannuksista. Muutokset laukaisujen hinnassa selittävät sekä kuulaskeutumista edeltävän ajan villit unelmat että niitä seuranneiden vuosikymmenten himmailun. Jos tarkastellaan vaikka ajanjaksoa vuonna 1957 lentäneen ensimmäisen satelliitin ja 1960-luvun lopun välillä, kiertoradalle lähettämisen hinta laski 90–99 prosenttia. Jos hinnat olisivat pudonneet joka vuosikymmenellä yhtä paljon, paketin lähettäminen avaruuteen olisi nykyisin halvempaa kuin sen lähettäminen toiseen maahan. Tämän takia todella yliampuvat suunnitelmat avaruuden asuttamisesta löytyvät svengaavalta 60-luvulta, jolloin julkaistiin kaikki parhaat kirjat aiheesta.

Valitettavasti hintojen tippuminen pysähtyi 70-luvun alussa särkien monen avaruusnörtin sydämen. Lisäksi avaruussukkula, jonka piti muuttaa avaruusmat-

KUINKA PALJON ASIOIDEN LÄHETTÄMINEN
MATALALLE KIERTORADALLE MAKSAA
(VUODEN 2021 DOLLAREISSA)



HUOM. LUKUJEN ON TARKOITUS KUVATA HINTOJEN YLEISTÄ KEHITYSTÄ.
TÄSMÄLLINEN VERTAILU ON KUITENKIN MONIMUTKAISTA, SILLÄ ERIKOKOISIA
RAKETTEJA KÄYTETÄÄN ERI TARKOITUKSIIN.

kailu rutiininomaiseksi, halvaksi ja turvalliseksi, petti kaikki nämä kolme lupausta. Sen sijaan sukkula jäi erään arvion mukaan historiaan kalleimpana tapana lähettää asioita kiertoradalle vuosikymmenten ajan. Tilanne oli tämä aina 2010-luvulle saakka, jolloin pitkälti muutos Yhdysvaltojen politiikassa sekä erityisesti SpaceX:n toiminnan seurauksena asioiden lähettely avaruuteen alkoi jälleen muuttua dramaattisesti halvemmaksi.

Tämän seurauksena laukaisujen määrä on kasvanut ja taivaalle on ammuttu enemmän aluksia. Vuonna 2015 Maata kiersi noin 1400 toimivaa satelliittia. Vuonna 2021 niitä oli noin 5000 ja elokuussa 2025 pelkästään SpaceX:n Starlink-satelliitteja oli taivaalla noin 8000.

Myös pitkään puheissa ollut avaruusturismi alkaa olla jo todellisuutta. Jeff Bezosin yritys Blue Origin lähettää säännöllisesti ihmisiä 100 kilometrin korkeuteen ja SpaceX:llä on sopimuksia ihmisten lähettämiseksi Kuun ympäri kiertä-

välle matkalle. Siinä missä aikaisemmin vain muutama valtiollinen avaruusjärjestö kykeni rakettilaukaisuihin, hintakilpailussa on nykyisin mukana kasvava määrä yksityisiä yrityksiä. Samaan aikaan ihmiskunnan halu nopeaan yhteyteen kaikkialle jatkaa kasvuaan. Yhden artikkelin mukaan Yhdysvalloissa ihmiset käyttävät satelliittiyhteyksiä keskimäärin 36 kertaa päivässä. Arviot aiheesta vaihtelevat, mutta taloudellisten organisaatioiden julkaisemat sijoittajille suunnatut katsaukset ovat yksimielisiä siitä, että avaruuteen liittyvä liiketoiminta on vähintään biljoonan dollarin arvoista vuoteen 2040 mennessä – olettaen, ettei kehityksessä tapahdu jotain ihmeellistä.

Lyhyesti sanottuna: hypetyks on totta. Vuonna 2005 olisi vielä ollut hyvin ennenaikaista miettiä avaruuslakien vaikutuksia, mutta 2025 tilanne on jo ihan toinen.

Kehityksen seuraaminen on ollut kummallinen kokemus. Sen alkaessa kiihtyä kirjoitimme edellistä kirjaamme nimeltä *Soonish*, joka käsitteli tulevaisuuden teknologioita ja sisälsi myös osion avaruusrakettien halpenemisen seurauksista. Vuoden 2015 lopulla yksi laukaisujen hintoja laskeva teknologia eli uudelleenkäytettävät raketit oli todellisuutta. Kun kirjamme oli kaupoissa, ne toimivat jo rutiininomaisesti. Mitä ihmiskunta aikoi tehdä näillä uusilla voimillaan?

Yhden johtolangan löysimme tutkiessamme asteroidien louhimista: voisimme yrittää korjata talteen arvokkaita raaka-aineita asteroidivyöhykkeeltä tai maapallon läheltä kulkevista kappaleista. Analyysimme oli, että Maassa käytettävien ainesosien kaivaminen asteroideilta olisi taloudellisesti epätodennäköistä ja lisäksi, no, yritäpä selittää hadrosaurukselle nerokas suunnitelmasi viskoa raskaita avaruusmöykkyä kohti maapalloa hyödyntämistä varten.

Ai sinua kiinnostavat tiheät metallit vai?

