

Martin Elvis

ASTEROIDID

Kuidas arm, hirm ja ahnus
otsustavad meie tuleviku kosmoses



elav teadus

Originaali tiitel

Martin Elvis

Asteroids: How Love, Fear, and Greed Will Determine Our Future in Space

Copyright © 2021 by Martin Elvis

Originally published by Yale University Press

Tõlkija Vahur Lokk

Toimetaja Triin Olvet

Teadustoimetaja Jüri Plado

Keeletoimetaja Katrin Ringo

Kujundaja Jan Garshnek

Küljendaja Erje Hakman

Tõlge eesti keelde © Vahur Lokk ja kirjastus Argo, 2023

Kõik õigused kaitstud

Kaanefoto © Shutterstock

www.argokirjastus.ee

ISBN 978-9916-704-27-1

Trükitud Euroopa Liidus

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS: MIKS ULJALT TEELE ASUDA?	9
I SÜNDMUSPAIK	15
1. Asteroidid: aabitsatõed.....	17
II AJEND	41
2. Arm	43
Päikesesüsteemi ja Maa päritolu	45
Ookeanide päritolu.....	50
Kust pärineb elu?	52
Maakide päritolu	57
3. Hirm	61
Tšeljabinsk.....	63
Tunguska	66
Wabari kraatrid	67
Barringeri kraater	69
Chicxulub: dinosauruste hukk	74
Millised on meie šansid?.....	78
Maa valvurid	81
4. Ahnus.....	87
III VAHENDID	109
5. Arm: asteroiditeadus.....	111
6. Hirm: mida teha asteroidiohuga	127

7. Ahnus: maavarade otsimine asteroididel.....	143
Õiget tüüpi asteroid, $f_{tüüp}$	148
Ressursirikas, f_{rikas}	149
Lihtsalt kättesaadav, $f_{kättesaadav}$	150
Tehniliselt lihtne, f_{tehnik}	153
Lõpptulemus, N_{maak}	154
IV VÕIMALUS.....	187
8. Kuidas kosmonautika maast lahti saada	189
9. Kuidas kosmos kapitalismi jaoks turvaliseks muuta	233
10. Pikas perspektiivis	263
TÄNUAVALDUSED	281
MÄRKUSED.....	283

SISSEJUHATUS: MIKS ULJALT TEELE ASUDA?

Miks me peaks asteroididele minema? Tegelikult, miks me peaks üldse kosmosesse minema? Filmide kosmos on täis eksootilisi planeete ja veidraid tulnukaid. Seevastu kosmos, kuhu me tegelikult läheme, tundub kõigile Päikesesüsteemi maailmadest tehtud ilupiltidele vaatamata elutu, külm ja vaenulik. Kas meile on kosmoses kohta? Kas inimeste tulevik küündib paljudesse maailmadesse? Või oleme ikkagi Maa peal löksus? Sõltub sellest, kui väga me tahame. Mis oleks selle tahtmise ajend?

Ulmelises tele- ja filmisarjas „Star Trek“ lendab tähelaeva Enterprise meeskond uljalt uurima kummalisi uusi maailmu, kus keegi pole veel käinud. Kapten Kirki ja tema meeskonda tõukab takka seiklushimu. Seda ääretult inimlikku avastamiskirge kasutatakse tihti kosmosesse lendamise peamise õigustusena ja kahtlemata on selles oma iva – me armastame tundmatusse teele asumist. Probleem on selles, et aastakümneid kosmoselendude sel viisil põhjendamist pole meid viinud kuigi kaugemale. Viiekümne aasta jooksul on vaid mõnisada inimest jõudnud atmosfäärist napilt kõrgemal asuvale orbiidile. Teleskoobid ja robot-kosmoselaevad on avastanud üha uusi kummalisi maailmu, ometi pole inimesed sinna oma jalga tõstnud. Miks nii?

Üks põhjus on selles, et kosmos on kulukas. Siin ongi konks. „Star Treki“ 23. sajandi maailmas on raha kaotanud tähenduse. Kõike, mida sul vaja on, valmistab seade, mida nimetatakse replikaatoriks. Seetõttu on avastusretke põnevus Enterprise'i meeskonnale piisav põhjus. Meie jaoks tekitab otsus maksudollareid lihtsalt löbu pärast avastamiseks kulutada paraku tõsise dilemma. Nendele dollaritele leiaks nii palju

teisi kasutusviise. Kas paari astronauti seikluslik reis ja kodus istuvate huviliste tugitooliretked on seda hinda väärt? 21. sajandi alguse maailmas tegime oma valiku ja vastus oli eitav. Uljalt kosmosesse lendamine pole teoks saanud. Praegu käivad kosmoses vaid üksikud inimesed ja nemadki viibivad seal üsna lühidalt.

Teine põhjus on mantrana kõlav „Kosmos on raske“. Raketiteadus vigu ei andesta – üksainus pisike eksimus võib põhjustada täieliku hävingu ja võimsa plahvatuse. Kuid sama ohtlikud olid alguses teisedki tehnoloogiad. Purjelaevad läksid merel sageli kaotsi ning rongide ja laevade aurumootorid plahvatasid algusaastatel sageli. See meid ei peatanud. Tehniliste probleemide lahendamine ei ole tõeline takistus. „Kosmos on raske“ vastab tõele, kuid see on ka üks viis alla anda.

Meil on vaja tugevamat ajendit. Kui tahame, et inimeste avastusretked jõuaksid Päikesesüsteemi mastaapidesse, on meil vaja head põhjust end Maa mugavalt diivanilt üles ajada.

Ajendid on kõige tähtsamad; need on põhjus üldse midagi teha. Tegudele ajavad meid paar võimsat tõukejõudu. Kolm suurt ajendit panevad meid kõvasti tegutsema: *arm*, *hirm* ja *ahnus*.¹ Need on loonud surematuid kirjandus- ja kunstiteoseid, ajanud kokku suuri sõjavägesid ning viinud meid kulla otsingutel maailma otsa.

Needsamad ajendid viivad meid ka kosmosesse. Põhjused on järgmised.

- Meie armastus oma maailma tundmaõppimise vastu – vajadus teada – veab meid teadusuuringute poole. Nagu edaspidi näeme, on asteroidid tihedalt seotud mõnede tõeliselt suurte küsimustega.
- Hirm huku ees, olgu see siis kohalikus mastaabis või kogu inimliigi lõpp, käsib üles leida kõik tapjaasteroidid, mis võiksid meie koduplaneeti tabada.
- Ahnus, himu kosmoses leiduvate varanduste järele, mis võiksid tuua suurt kasu kogu maailmale, tõukab meid joonistama Päikesesüsteemi uut kaarti, sellist, kus paljude asteroidide juures oleks suur X kirjaga „Siia on peidetud varandus“.

Kõik kolm motiivi ühes kohas köidavad tähelepanu. Need ongi selle raamatu alguspunkt. Olgu kohe öeldud, et head ajendid ei osuta sugugi

alati samas suunas. Börsil kauplejad näiteks tasakaalustavad kasumi-ahnust alati kahjumihirmuga. Just vastuolud tugevate ajendite vahel loovadki suurt kunsti. Kirjandus on täis lugusid armastuse võidust nii hirmu kui ahnuse üle, kuid ka armastusest, mis neile võimsatele jõududele alla jääb. Mina väidan, et saame need jõud ühendada. Näitan teile, et kui jutt on asteroididele lendamisest, töötavad armastus, hirm ja ahnus meid kosmosesse meelitades käsikäes.

Nagu kõik parimad detektiivid ütlevad: motiivist üksi ei piisa, vaja on ka vahendeid ja võimalust.

Vahendid tähendavad kõige erinevamate oskuste kaasamist: insenerid ehitavad kosmoselaevu, hoopis teised insenerid aga kaevandus-seadmeid; astronoomid ja geoloogid otsivad maake, ärimehed ja majandusteadlased teevad äriplaane, juristid tegelevad vältimatute vaidlustega, mis omakorda võivad tekitada vajaduse kaasata poliitika-eksperte, diplomaate ja, kuigi loodame seda vältida, sõjaväge.

Võimalus on nüüd olemas tänu liikumisele NewSpace, mis toob kosmosesse uue, ärilise mõtteviisi. Pärast 50 aastat riiklikult korraldatud ülalt alla planeerimist hakkab kosmose hõivamine nüüd toimima rohkem äri moods. NASA on seda suundumust soosinud. Tulemus – kosmos on kõigile avatud. Nii idufirmad kui vanad ettevõtted tegelevad terve hulga tulutoovate ettevõtmistega. Kosmoses uue majanduse loomiseks on vaja vaid käputäit edulugusid.

Ma usun, et hakkame tulevikus kosmoses varandusi teenima ning ahnuse rahuldamine võimaldab meil jõuda nii armastuseni kui tegeleda hirmuga. Ahnus on ajend, mida kosmose puhul kaua aega eirati. See on nüüd muutunud, nagu tunnistavad kõik need entusiastlikud artiklid peatsetest kosmosetriljonäridest. Paljud „kosmosekadetid“, kes armastavad kosmoselende kui eesmärki omaette, sääraistes labastes kategooriates mõtelda ei taha. Pigem tahaksime olla juba 23. sajandis. Kõigele vaatamata on just ahnus see ajend, mis teeb võimalikuks kõik ülejäänud. Kasumi – kõige parem, kui pöörase, kullapalaviku-laadse kasumi – teenimine kosmoses kandub mitmesugusel viisil edasi sinna lendamise teaduslikele ja julgeolekuajenditele, armastusele ja hirmule. Kui seal leidub aardeid, tasuvad kosmoselennud end ise ära.

Lisaks asteroididele on hulk muidki viise, kuidas kosmosega tulu teenida, kuid mina teeksin panuse asteroidide ressursidele. Osalt on see minu eelarvamus, sest olen astronoom ja astronoomid võivad sellise ettevõtmise käimatõmbamisel osutada väga kasulikuks. Kuid põhjus on ka selles, et asteroidid kujutavad endast kõige suuremat kättesaadavate materjalide ladu kogu Päikesesüsteemis ning need on üks potentsiaalne kasumiallikas, mis meid väiksemast Maa-Kuu süsteemist kaugeemale võiks viia. Asteroidid on tulevik.

Miks peaks üks astronoom asteroidide ja asteroidikaevanduste trummi taguma? Lõppude lõpuks olen veetnud õnnelikke aastakümneid, kasutades maailma parimaid teleskoobe oma karjääri edendamiseks puhta astrofüüsika vallas. Püüdsin mõningase eduga aru saada hiiglaslikest mustadest aukudest galaktikate keskel, mis nende suunas voolava gaasi käes helendavad nii eredalt, et näeme neid kuni universumi kõige varasemate aegadeni tagasi. Meie nimetame neid kvasariteks. (Asteroidide ajaloost rääkides tulevad kvasarid paar korda jutuks.) Mis moodi pisikesed esiplaanil asuvad kaljurahnud mu tähelepanu teenisid?

Minu jaoks oli alguspunktiks küsimus, kuidas tulevased astronoomid saavad jätkata uurimisretke, millel mina olen käinud kogu oma karjääri jooksul. Taipasin, et küsimuse vastus sõltub suuresti sellest, kuidas NASA suudab jätkata oma pikka, erakordselt edukate astronoomiamissioonide jada, mille lipulaevadeks on teleskoobid Hubble, Chandra ja Spitzer. Kõik need uurisid üht konkreetset lainepikkuste ala: optilist, röntgenikiirgust ja infrapuna. Minu armsate kvasaritena eredalt säravate hiiglaslike mustade aukude uurimisel tuginen kõiki lainealasiid hõlmavate teleskoopide täiskomplektile. Asi on selles, et kvasareid ei huvita meie hädised tehnoloogilised piirangud, nemad jaotavad oma võimsuse demokraatlikult üle kogu spektri. „Tähti astronoomia ei huvita,“ nagu ütleb rockbänd Nada Surf.² Seega, kui tahan neid täielikult tundma õppida, läheb mul vaja teleskoobe, mis töötavad kõigil lainepikkustel. Selles pole ma sugugi üksi. Suurem osa astronoomie kasutab nüüd oma uurimistegevuses paljusid lainepikkusi. Meetod on osutunud nii tulemuslikuks, et ütlusest, mille kohaselt me elame astronoomia kuldajastul, on saanud sisuliselt kliše.

Häda on selles, et kosmoses paiknevad observatooriumid muutuvad üha kallimaks. Asi on nii halb, et suurte teleskoopide järgmine põlvkond kompab piire, mida USA Kongress on valmis maksta. Hubble'i järglane James Webbi kosmoseteleskoop maksab umbes üheksa miljardit dollarit. Selle hinnaga saame neid endale lubada ainult ühe. Aga meil on vaja kogu komplekti. Midagi tuleb ette võtta.

Hädas pole sugugi ainult kauge universumi uurimise valdkond. Lähemal pole asjad samuti kuigi hästi. Päikesesüsteem on suur. Ümbermaailmareisi pikkus on ümardatult 40 000 kilomeetrit. Kümme korda pikem reis viib Kuu peale. Marsile jõudmiseks, isegi kui see on Maale kõige lähemas punktis, tuleb aga minna üle tuhande korra kaugemale. Kosmos on nii suur, et selle mastaapsest uurimisest oleme väga kaugel. Iga kümne aasta tagant laseb NASA teaduste akadeemiatel korraldada planeediteaduste kogukonnas küsitluse ja koostada aruande, mis annaks soovitusi järgmise aastakümne kõige olulisemate eesmärkide kohta. Kõige viimane tulemus, 2011. aasta aruanne „Vision and Voyages“ ütles, et kuni 2022. aastani peaks kolm kõige tähtsat missiooni olema Mars, Europa ja Uraan.³ Eelarvet vaadates saab NASA öelda ainult ühte: „Valige üks välja.“ Sellise tempoga kulub ainult nende kolme tegemiseks terve põlvkond. Teistel kosmoseagentuuridel on samasugused probleemid. Euroopa Kosmoseagentuur (ESA) hakkas oma järgmisi eesmärke määratlema 2019. aastal. Nemad teevad plaani kuni 2050. aastani välja, enam kui 30 aastaks. Ent meie Päikesesüsteemis on uurimiseks ligi 200 maailma. Mina ei taha oodata.

Lihtne aritmeetika ütleb, et vaja on kõvasti raha juurde ja/või kulusid kõvasti kärpida. Tõenäosus, et maailma valitsuste kosmoseprogrammid kasvõi kahekordistuksid, on imeväike. Ainus alternatiiv on kulusid kokku tõmmata. Kulude kärpimiseks ja mahu suurendamiseks on kapitalism suurepärase vahend. Kui kosmoses on võimalik kasumit teenida, pole neil ettevõtetel vaja eelarveid kerjata. Tõeliselt mastaapne uurimistegevus saab siis edukalt toimida loodetava kosmosemajanduse baasil.

Muidugi pole see kõik lilled, heinamaa ja päikesepaiste. Ma tahan, et inimesed kosmosesse lendaksid, kuid annan endale aru, et see on emotsionaalne suhtumine, mis on tingitud üles kasvamisest koos

Apollo programmi ning filmidega „Star Trek“ ja „2001: Kosmose-odüsseia“. Meie aga peaksime üles otsima oma sisemise doktor Spocki ja kosmoseteemat võimalikult kainelt analüüsima. Teadlasena on mind koolitatud olema skeptiline. Kui kosmosepropagandistid kuulutavad potentsiaalseid enneolematuid kasumeid, hakkab mina instinktiivselt arve kokku lööma ja mitte alati ei lähe need klappima. Asteroidikaevurihakatiste seas pole see minu populaarsust just kasvatanud. Selles raamatus järgin sama „entusiastlikku, kuid skeptilist“ käitlusviisi. Üritan kõikjal tõsiasjad ja haibi lahus hoida. Miks me ikkagi peaks kosmoses olema? Mida me seal teha saame? Kuidas saab inimeste ettevõtmine kosmoses kasvada millekski tähtsaks ja kasulikuks? Minu meelest peitub vastus asteroidides. Asteroidid annavad meile ajendid, vahendid ja võimaluse – ja ajendid on tugevad. Need on arm, hirm ja ahnus.

AHNUS

Meie kolmas ajend on ahnus. Kuni viimase ajani sõnad „kosmos“ ja „ahnus“ ühte lausesse väga tihti ei mahtunud. Räpase mammonaga seostamiseks oli kosmos liiga noobel ettevõtmine. Viimastel aastatel on aga tekkinud ridamisi idufirmasid, mis püüavad kosmosest kasumit teenida. Kosmoseettevõtjal Peter Diamandisel on kuuluis ütlus: „Esimene triljonär sünnib kosmoses.“¹ See on kõlav lause ja seda on sageli korratud (näiteks Texase senaator Ted Cruz ja Neil deGrasse Tyson).² Kui keegi leiab viisi, kuidas kosmoses suurt kasumit teenida, muutub kosmoses tegutsemine selle meeldiva kõrvalsaadusena tuntavalt odavamaks. Siis on meil võimalik külastada palju rohkem taevakehi palju-palju tihemini, samuti suudame leida ja kõrvale juhtida kõik tapjaasteroidid. Minu jaoks on kosmoseahnuse tekkimine teretulnud sündmus.

Minu kaastöötaja Matt Weinzierl Harvardi ärikoolist kasutab analoogiat Nõukogude Liiduga, et näidata kosmosetegevuse korraldust viimastel aastakümnetel. Kommunistid püüdsid lahendada turu nurjumist Tsaari-Venemaal. Kommunistide valitsuse juhitud majandusel läks esialgu hästi, eriti neis valdkondades, kus turud tihti nurjuma kipuvad: riigikaitstes ja alusteaduste vallas. Neil kahel alal nurjuvad turud seetõttu, et mõlemas on lihtne jänest sõita nii, et ise saad kasu, aga teised maksavad. Varajane kosmoseprogramm klappis selle mudeliga hästi. Ükski erafirma kuuraketide arendamisega ei tegelenud, sest ärilist põhjust selleks ei olnud.

Pikas perspektiivis aga ei toiminud Nõukogude süsteem kuigi hästi. Mõne aastakümne jooksul selgus, et hindadega antavad signaalid on siiski väga olulised. Selliste signaalide puudumine – nagu Nõukogude Liidus – tähendab, et ressursse jaotatakse raiskavalt. Valitsuse juhitud süsteemis, kus kogu majandustegevuse määratlevad viisaastaku-plaanid, puuduvad ajendid uuendusteks ja kulude kontrolli all hoidmiseks. Ilma uuendusteta võis Nõukogude Liit küll toota rekordkoguseid terast, kuid hoolikalt valitud sihtturgudele mõeldud kaas-aegsete terasesulamite ilmumiseks polnud võimalust.

Kosmosevaldkond kannatas samasuguste probleemide käes. 21. sajandi alguses vajas NASA uut suurt raketti, millega asendada kosmoseüstik, millega astronaute rahvusvahelisse kosmosejaama (ISS) lennutati. NASA käivitas suure programmi nimega Constellation samasuguste miljardeid dollareid neelava rahastusega nagu Apollo programm. Samal ajal aga tegi ta väikese kõrvalpanuse programmile COTS (Commercial Orbital Transportation System, e.k äriline orbiidile transportimise süsteem). NASA administraator Mike Griffin kuulutas programmi välja 2006. aastal. Kaks COTSi rahastatud firmat toimetaskid kaupa ISSi juba seitse aastat hiljem, kusjuures NASA jaoks jäi hind alla 700 miljoni dollari. Seitse aastat ei kõla väga lühikese ajana, kuid selle jooksul kahe uue raketi ja kahe kaubaveoks mõeldud kosmose-laeva ehitamine on asi, millega NASA kunagistest hiilgeaegadest saadik polnud keegi toime tulnud. Constellationi programm seevastu jäi ajakavast maha ning ajas elarve lõhki; õnneks lõpetati see 2010. aastal pärast raketi Ares-1-X ühtainust lendu. NASA-le läks see maksma üle seitsme miljardi dollari, kümme korda rohkem kui COTS. Õigluse nimel tuleb küll öelda, et Constellation pidi inimesed Kuule ja edaspidi Marsile lennutama, COTS aga lihtsalt kaupa orbiidile vedama. Ja ikkagi, ennustuste kohaselt oleks Constellation lõpuleviimise korral läinud maksma vähemalt 97 miljardit dollarit!³

Seejärel ongi vaja ahnust. Nagu ütleb Matt Weinzierl, on kestliku innovatsiooni ja tõhususe saavutamiseks kosmose kasutamisel vaja rakendada turumehhanismi jõudu. Eesmärk pole lihtsalt raha teha, vaid teha seda nii, et saaksime kosmoses teha ka kõiki muid asju, mida

tahame, kuid muidu ei saaks endale lubada. Ajakiri Forbes nimetas end varem „kapitalisti tööriistaks“. Kosmoses on kapitalism ise tööriist.

Kosmose ressursid on üüratud. Kui üüratud? Miljoneid kordi suuremad kui see, mida me Maa peal kätte saada võime. Kuidas see võimalik on, kui kosmos ise on peamiselt lihtsalt tühi ruum? Asi on selles, et isegi väike murdosa kosmosest, mis ei ole tühi, sisaldab ressursse, mille kõrval kogu Maal kaevandatav on vaid terake. Tänastes hindades oleks nende ressursside väärtus palju triljoneid dollareid. Siin tulebki mängu Peter Diamandise ütlus. Seni on nii ärimedhed kui poliitikud neile üsna vähe tähelepanu pööranud, sest kosmose ressursid tunduvad pigem muinasjuttudena eldoraadost kui realistlike võimalustena.

Millest me täpsemalt räägime? Sel teemal on arutletud aastaid ning John S. Lewis kataloogis neid ressursse asjatundlikult oma 1996. aastal ilmunud raamatus „Mining the Sky“.⁴ Nende seas on heeliumi isotoop heelium-3 (õige nimega ^3He), mida saaks Kuu peal kaevandada sünteetsireaktorites kasutamiseks, asteroididelt saaks aga palju asju, sealhulgas väärismetalle, rauda kosmoses ehitamiseks, vett astronautidele ning metaani raketikütuseks. Asteroidide vöös ületab taevakehade rauasisaldus Maa rauavaru enam kui kümme miljonit korda. Nende ressurssidega saaks lahendada praeguse fossiilkütustel põhineva energeetika- ja kliimakriisi, ehitades orbiidile päikeseenergiajaamu, mis saadaksid Maale gigavatte ning ühtlasi varjaksid Maad Päikese täisvõimsuse eest, leevendades kliima soojenemist.

Kõik need suured kivikamakad peaksid siis olema majanduslikult päris olulised? Nojah ... võib-olla. On tõsi, et asteroididel on uskumatus koguses ressursse. Probleem, parafraseerides „Tulnuka“ õudusfilmide seeria hüüdlause, seisneb selles: „Kosmoses ei kuule sinu müügijuttu keegi.“⁵ Kui teil pole kosmoses kliente või kui teie kaup ei saa toimetada klientidele Maa peal, on nende ressursside väärtus täpselt null. Kui teil ongi potentsiaalsed kliendid, peavad nad olema valmis maksma rohkem, kui teil kulub ressursside nendeni toimetamiseks. Vastasel juhul olete pankrotis.

Kiidulaule kosmoseressursside väärtusele on kirjutanud peamiselt teadlased, mitte ärimedhed. Meie, teadlased, oleme rahaasjades üsna

naiivsed. Tavaliselt me lihtsalt liidame ressursi massi kokku ja korrutame praeguse hinnaga. Selline meetod annab vastuseks ahvatlevaid miljardeid. Näiteks sai asteroid Germania 2012. aastal lühikeseks ajaks kuulsaks, kui selle väärtus hinnati umbes 100 triljonile USA dollarile. See on võimas. Kogu maailma SKP oli 2012. aastal ainult umbes 75 miljardit USA dollarit.⁶ Germania pole kaugeltki ainus ülihinnaline asteroid. Veebileht asterank.com annab hinnangu peaaegu kõigi tuntud asteroidide kasumlikkusele. Selle nimekirjas on veel üle saja asteroidi, mille väärtust hinnatakse samasuguseks. Asterank ei räägi siiski, kuidas need tohutud väärtuse hinnangud saadi.⁷

Isegi kui need on õiged, ei tähenda see veel head äri. Hinnangud on liiga lihtsustatud, eiravad ressursi turule toomise omahinda ning eeldavad hiiglasliku turu olemasolu kümnete aastate vältel, mille jooksul hinnad püsivad tänapäevasel tasemel. Asteroidikaevanduste käima tõmbamiseks on vaja palju realistlikumaid hinnanguid. 19. sajandi vaalaküttidel on asteroidikaevuritele õppetund. Tom Nicholas ja Jonas Peter Akins, mõlemad Harvardi ärikoolist, on märkinud, et ainus põhjus, miks keegi võtaks ette sellise ohtliku äri, on ülisuur potentsiaalne kasum.⁸ Kas kosmoses leidub ressursse, mis on sama ahvatlevad kui vaalaõli? Meil on vaja midagi, mis annab piisavat kasumit, et asi käima läheks. Kasumid peavad olema äärmiselt suured nagu õnneliku käega vaalaküttidel või kullapalaviku kiirematel meestel. Ja see peab end kiiresti ära tasuma.

Kas see on võimalik? Esmalt on meil vaja kosmoses leiduvat kasumlikku ressursi. Seejärel peame neid ressursse hankima piisavalt, et tegevust käivitada. Seda me käesolevas peatükis uurimegi, lükates tulevikku küsimused nagu kuidas korraldada kaevandamist ja kellele neid ressursse müüa.

Kuna kosmoses käimine on kulukas, peab mis tahes kosmoseressursi kilogrammi hind olema väga kõrge, et seda tasuks Maale tuua. Kosmoses leidub kahte asja, mis on väärt miljoneid dollareid tonni eest: plaatina ja vesi.

Õigetel asteroididel leidub palju ühte asja, mida me kindlasti saame Maa peal kalli hinna eest müüa: väärismetalle. On kuus omavahel