

Aszteroida-bányászat

Problémafelvetés az aszteroida-bányászat projektben

A Föld nyersanyagkészlete véges. A növekvő népesség és a fogyasztás üteme egyre nagyobb nyomást gyakorol a Föld ásványi erőforrásaira. Számos fontos nyersanyag, mint a ritkaföldfémek, kobalt és lítium, amelyek elengedhetetlenek a modern technológiákhoz, egyre nehezebben beszerezhetőek.

Az aszteroida-bányászat megoldást kínálhat erre a problémára. A Naprendszerben rengeteg aszteroida található, amelyek óriási mennyiségű nyersanyagot tartalmaznak. Ezek az aszteroidák platinát, aranyat, vizet, ritkaföldfémeket és más értékes anyagokat hordoznak. Például a 16 Psyche egy Földközeli aszteroida, amelyet még 1852-ben fedeztek fel, és többek között vasat, nikkelt, kobaltot, platinát és aranyat is tartalmaz, a nyersanyag értékét több milliárd dollárra becsülik. De ezen kívül több egyéb területen is értékes aszteroida kering a Föld közelében, ilyen például az 162173 Ryugu, ami vízjégben gazdag, vagy pedig az 101955 Bennu, ami szerves anyagokban gazdag, amely betekintést nyújthatnak az élet eredetébe.

Az aszteroida-bányászatnak számos kihívása van

- **Magas technológiai költségek:** Az aszteroidák eléréséhez, bányászatához és a Földre szállításához fejlett űrhajózási technológiára van szükség.
- **Környezeti kockázatok:** Az aszteroidák bányászata űrszeméttel szennyezheti a Naprendszert, és károsíthatja a Földet.
- **Jogi és etikai kérdések:** Jelenleg nincsenek nemzetközi jogszabályok az aszteroidák bányászatára vonatkozóan. Ezenkívül etikai aggályok merülnek fel az űrbéli nyersanyagok tulajdonjogával és kizsákmányolásával kapcsolatban.

A projekt célja

- Az aszteroida-bányászat technológiai, gazdasági, jogi és etikai kihívásainak feltárása.
- Fenntartható és felelősségteljes aszteroida-bányászati modell kidolgozása, amely minimalizálja a környezeti kockázatokat.

Korábbi tudományos eredmények és piacon létező megoldások az aszteroida-bányászathoz

Tudományos eredmények

Számos űrszonda vizsgált már aszteroidákat, mint a NEAR Shoemaker, Hayabusa-2, és OSIRIS-REx. Ezek értékes információkat gyűjtöttek az aszteroidák összetételéről, méretéről és alakjáról.

A Földön már léteznek fejlett bányászati technológiák, amelyeket adaptálni lehet az aszteroida-bányászathoz is. Például a robotikus fúrógépek, az ásványkinyerési technikák és az „űrrobotok”.

Az aszteroidákban akár olyan új anyagok is megtalálhatóak, amelyeket a Földön még nem fedeztek fel. Ezáltal új technológiai lehetőségeket találhatnak ki, mint például új ötvözetek, amik erősebbek és könnyebbek lehetnek az acélnál.

Piacon létező megoldások:

- **Aszteroida-bányászati cégek:** Számos cég alakult az aszteroida-bányászat területén, mint a Planetary Resources, Deep Space Industries, és Asteroid Mining Corporation. Ezek a cégek kutatásokat végeznek a bányászati technológiák fejlesztésére és az aszteroida-bányászat gazdaságosságának megalapozására.
- **Űrhajózási technológiák:** Az űrhajózási technológiák fejlődése lehetővé teszi az aszteroidák elérését és bányászatát. A SpaceX Starship és a Blue Origin New Glenn rakéták képesek lehetnek nehéz űreszközöket szállítani a Naprendszer távoli pontjaira.

- **Pénzügyi befektetések:** A befektetők egyre nagyobb érdeklődést mutatnak az aszteroida-bányászat iránt. Számos kockázati tőkealap fektetett be az aszteroida-bányászati cégekbe.

A projekt bemutatása

Fenntartható és Felelős Aszteroida-bányászat

Jelen pillanatban az aszteroida-bányászatnak több problémája is megoldatlan. 4 főbb kategóriába lehetne sorolni ezeket:

Technológiai kihívások:

- Az aszteroidák eléréséhez és bányászatához fejlett űrhajózási technológiára van szükség.
- A bányászott anyagok Földre szállítása drága és összetett feladat.
- Az aszteroida-bányászat űrszeméttel szennyezheti a Naprendszert.

Gazdasági kihívások:

- Az aszteroida-bányászat kezdeti befektetései óriásiak.
- A bányászat jövedelmezősége bizonytalan.
- A nyersanyagok árát a Földön lévő nyersanyagok ára fogja befolyásolni.

Jogi kihívások:

- Jelenleg nincsenek nemzetközi jogszabályok az aszteroida-bányászatról.
- A bányászott nyersanyagok tulajdonjogát és a bányászati tevékenységek szabályozását illetően jogi vita merülhet fel.

Etikai kihívások:

- Az aszteroida-bányászat űrszeméttel szennyezheti a Naprendszert.
- Az aszteroida-bányászat kizsákmányoló lehet, ha nem igazságosan osztják el a nyersanyagokból származó előnyöket.

A fentebbi problémák egyenként is komoly gondot jelentenek, nemhogy együttvéve. A projekt célja nem a technológiai veszélyek orvosolása, hiszen ezek megoldása nem egyik napról a másikra egy ember által történik. Még az USA által támogatott NASA-nak is több évtized volt mire

egy olyan rakétával tudtak előállni, amely képes volt magas megbízhatóság mellett működni.

Az aszteroida-bányászat komplex feladat. nem csak egy olyan űrrepülő eszközre (űrhajó) van szükség, ami képes elhagyni a Föld légkörét, de ezt többször egymás után akár éveken keresztül is meg tudja tenni. Azt sem szabad elfelejteni, hogy az aszteroidák a naprendszerben keringenek. Ezekre az égi testekre kell telepíteni olyan eszközöket, amelyek a szélsőséges körülményeket is kibírják, és hosszú ideig karbantartás nélkül tudnak működni önállóan, ugyanis a bányászat a Földön viszonylag kontrollált körülmények között is veszélyes. Magához a technológiai háttér kifejlesztéséhez rengeteg idő, energia és tudás kell.

A szabályozást és az etikai vonalat tekintve szinte lehetetlen igazságosan megoldani. A földi bányászatot minden esetben az állam szabályozza, ahol a bányaterület található, ez országonként eltérő. Ugyanakkor az űr senkié, valószínűleg egy-egy értékes aszteroidáért háború folyhatna.

Egy lehetséges megvalósítás

Etikus megközelítés

Talán a legegyszerűbb megoldás a szabályozásra az „Aki kapja, marja” - elv, ugyanakkor ez nem eredményez optimális működést, mivel az eleve nagyon fejlett országok mint az USA, még jobban tudnak fejlődni, a 3. világ béli országok, mint Zambia, még nagyobb hátrányba kerülnek.

Egy utópisztikus megoldásként szolgálna, ha létrejönnének az államoktól teljesen független vállalatok az aszteroida-bányászatra, és csak ezeknek a szervezeteknek lenne engedélyük a tevékenységre, ezt pedig egy szintén teljesen független bizottság kezelné, valamint a szabályokat is ők alkotnák. A tagjait minden országból egyenlő arányban kellene elosztani, hogy egyik ország érdeke se érvényesüljön jobban. Viszont ennek a bizottságnak nem elég létrejönnie, korrupció mentesnek kell maradnia, valamint jó, ha rendelkezik fizikai hatalommal, amely segít betartani a szabályokat, mint például a katonai erőforrások. Visszatérve, arra hogy a szegényebb országok hogy juthatnának nyersanyagokhoz, a korábban említett vállalatok a kibányászott nyersanyagok egy nagyobb részét

kötelesek lennének „áron alul” adni a szegényebb régiókban, kvóta rendszerben, úgymond adó helyett. Csak a kisebb részét adhatnák tovább piaci áron.

Ez csak egy felvetés, hogy ez is egy út a szabályozásokat tekintve, jobban is ki lehet dolgozni, de ennek az egész írásnak a bemutatás a célja nem pedig a teljes megoldás.

Technológiai megközelítés

A hagyományos bányászat önmagában nem túl bonyolult folyamat:

- Szükséges eszközök beszerzése
 - Terület, ami bányászható
 - Engedélyek
 - Erőforrások, mint a szakemberek, munkagépek és szerszámok
- A kibányászott nyersanyagot a finomítóba kell szállítani
- A finomítóban a megfelelő folyamatok segítségével finomítják a nyersanyagot használható anyaggá, például a kőolajat benzinné

Az aszteroida-bányászatnál ez a folyamat kiegészül egyéb feladatokkal is. Valamint gondolni kell arra is, hogy az ember nem alkalmas ilyen jellegű munka végzésére az űrben, vagyis csak robotokat lehetne alkalmazni.

Tehát, ami a Földön az egyszerűbb feladatok közé tartozik, az az űrben, maga a helyszín miatt rendkívül nehéz és komplex problémává válik. Olyan munkagépek, robotok és szerszámok kellene, amelyek hosszú időn át megbízhatóan tudnak működni karbantartás nélkül, hiszen, ha hetente kell egy karbantartó csapatot küldeni egy távolabbi aszteroidára, az már nem fenntartható. Továbbá szükség van olyan űr szállító eszközre, amely képes a nyersanyagot szállítani ilyen nagy távolságokban is. Valamint az űrszemét is problémát jelenthet, hiszen az aszteroidáknak van valamekkora gravitációs mezőjük, de nem feltétlen elég ahhoz hogy magán tartsa a törmelékeket, de akár egy meghibásodott robot is elsodródhat egy olyan távolságra, ahonnan már gazdaságilag nem éri meg visszahozni, és így űrszemétté válik.

Ezek csak néhány problémák, amik megoldásra szorulnak egy biztonságos, és fenntarthatóan üzemeltethető aszteroida-bányászathoz.

Források

<https://24.hu/tudomany/2017/09/27/a-jovo-nagy-remenysege-az-aszteroidabanyaszat/>

<http://ecolounge.hu/ur/banyaszat-aszteroidakon>

https://en.wikipedia.org/wiki/Asteroid_mining

<https://www.mdpi.com/2071-1050/14/7/4119>

<https://www.mdpi.com/2226-4310/8/7/186>

<https://deepspaceindustries.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=HZPy8hH86LY&pp=ygUrQXN6dGVyb2lkYS1iw6FuecOhc3phdCAtIEEgasO2dsWRIMWxcmlwYXJhPw%3D%3D>

<https://www.youtube.com/watch?v=QHVAERH4yzc&pp=ygUrQXN6dGVyb2lkYS1iw6FuecOhc3phdCAtIEEgasO2dsWRIMWxcmlwYXJhPw%3D%3D>

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99300048.tv>