

XXVII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT

A Hold meghódítása

Egy holdbázis elkészítése 3D nyomtatás segítségével

„2017-van, mostanra már kellene, hogy legyen egy holdbázisunk. Mi történik?”
(Elon Musk)

Az űrbeli terjeszkedés az emberiség nagy kihívása, melynek megvalósítása az örökös kíváncsiság kielégítése, valamint a növekvő populáció, és a fogyó nyersanyagok problémájának megoldása. Ez azt jelenti, hogy az emberiség lassacskán kezdi kinőni szülőbolygóját, a Földet. A kék bolygó megőrzésén kívül szükséges lenne új égitestek, új lakható vagy nyersanyagot biztosító területek keresése és meghódítása. A legelső, legkönnyebben felhasználható terület a Hold lehetne, ugyanis ez a Földhöz legközelebb levő égitest, melyen már járt ember. Az évszázadok tanulmányozásának



1

eredményeként a Holdat ismerjük a legbehatóbban. A távolabbi, nagyobb cél a Mars, melynek meghódításához elengedhetetlenek a Holdon végzett kutatások, kísérletek, első emberi telepek.

Egy állandó életfeltételeket biztosító állomás létesítése lehetne az első lépés a későbbi kolóniák megvalósításához. Léteznek elképzelések felszín alatti, barlangok, hasadékok tereit kihasználó lakótelepek létrehozásáról, vagy teljesen működőképes építmények odaszállításáról. Az egyik leggazdaságosabb módszer egy helyben felépített bázis lehetne, amely a felszínen található holdporból (regolítból) készülne, így minimalizálhatnánk a Földről szállított anyagok mennyiségét. Ebben nagy segítséget nyújtana az újszerű 3D nyomtatás technológiája, melyet a Holdon, in-situ lehetne alkalmazni struktúrák kialakítására. A 3D nyomtatás korunk egyik legintenzívebben fejlődő

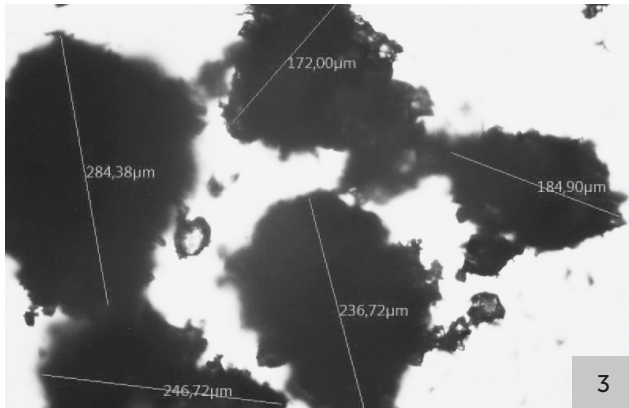
műszaki területe, alkalmazható az orvoslásban, gyors prototípus-készítéshez, modellek elkészítésére, de akár épületek kialakítására is. A technológia kulcsa a test szeletekként, rétegről-rétegre való felépítése valamilyen anyag felhasználásával.

A holdbázis terve az Európai Űrügynökség (ESA) ötletein alapul [1]. A Földről odaszállított modul magába foglalna egy automatikusan felfúvódó dómszerkezetet, mely tartalmazná az életfenntartó rendszereket, valamint a 3D nyomtatóval felszerelt rovereket. A távvezérlésű mobilnyomtatók a dómot körbeépítenék a holdporral, megszilárdítva azt, így megfelelő biztonságot nyújthatna a bázis. A dóm egy hermetikusan lezárt struktúra lenne, megfelelő nyomást biztosítva az emberi élet fenntartásához (1. ábra) [7].

Kutatásom célja a 3D nyomtatással előállított bázis kivitelezhetőségének, az ötlet gyakorlatba ültetésének, valamint a követelményeknek (védelem, biztonság, gazdaságosság) való megfelelésnek a vizsgálata. A legváltozatosabb környezeti tényezőknek kell ellenállnia, ezek: a felszínbe csapódó mikrometeoritok, a nagy hőmérséklet-ingadozás (300 °C), valamint a kozmikus sugárzás; ez utóbbi főként az emberi szervezetre ártalmas gamma-sugárzásból áll. Számításba véve a Földön való kísérletezés módjait, valamint saját lehetőségeimet, kiválasztottam a megfelelő módszert. Ez az ötlet a Hold felszínén található holdport, más néven regolítot hasznosítaná, amelyből egy cementszerű képződményt lehetne létrehozni egy

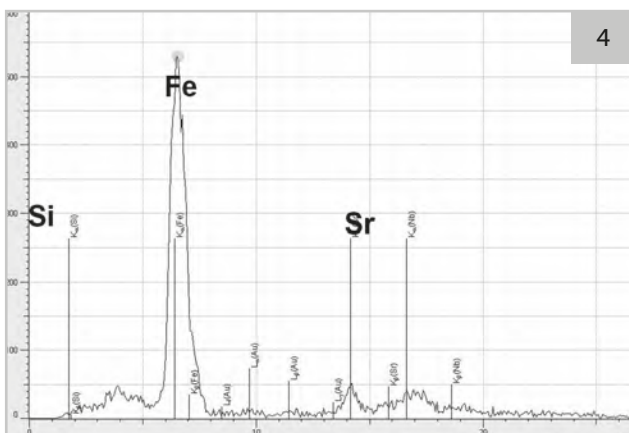


2



bizonyos sóoldattal reakcióba hozva. A kutatás me-
nete tartalmazza a holdi talaj megfelelő utánczását, az
anyag tulajdonságok mérését, vizsgálatát, majd végül
a megfelelő 3D nyomtató létrehozását és a bázis meg-
tervezését. Habár a kísérletek a Földön történtek, a
megfelelő szimulációk, közelítések és elméleti számí-
tások a bázis végleges, több kritériumnak megfelelő
formájához vezettek.

A kutatás több fázisból épült fel, az egyes mérések
több tudományágat is érintettek, köztük a fizikát, szilár-
dságtant, kémiát, ásványtant. Először létre kellett hozni a
megfelelő holdpor-szimulációt. A NASA Apollo-küldeté-
sei során talajmintákat juttattak a Földre a Holdról. Ezek
alapján a holdi mare vidékek (tengerek) talaja 45-47%
(tömegszázalék) szilícium-dioxidot tartalmaz, valamint
többnyire egyéb fénoxidokat (Al_2O_3 , CaO , FeO , MgO). A
kutatások alapján ez az összetétel leginkább a földi vul-
kanikus bazaltira hasonlít, így első lépésben hasonló ösz-
szetételű kőzetet kerestem. Ezt a közelemben levő, erdélyi
Alsórákoson találtam meg, egy régi bazaltbányában. Az
ott található törmelékből vettem mintát, melyet egyszerű
eszközökkel daraboltam fel, törtem porrá (mozsár, szita,
szűrő) (2. ábra). Azért választottam ezt a lelőhelyet, mert
egy források [2] szerint az ottani bazalt 47-48% szilícium-
dioxidot tartalmaz. A megfelelő szimulációt illetőleg
a granulációt, a porszemcsék méretét is figyelembe kell
venni. Ehhez egy iskolai mikroszkópot használtam, me-
lyet saját magam kalibráltam, hogy képes legyen valódi

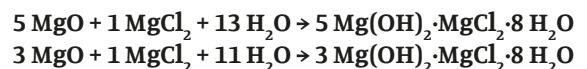


méreteket is meghatározni a rászertelt kamera segítsé-
gével. A kalibrációt egy iskolai optikai rács segítségével
végeztem, a rácsállandóból meg tudtam határozni a pi-
xelek és a valódi távolságok közötti összefüggést. Több
minta vizsgálatával, a szemcsék méretének átlagolásával
és az Apollo-minták adataival való összehasonlítással rá-
jöttem, hogy hogyan törjem megfelelően porrá a törmé-
léket (3. ábra). A hasonló anyagösszetételt illetőleg, hogy
minél pontosabb holdpor-utánczatot kapjak, röntgen
spektroszkóp segítségével vizsgáltam a kémiai elemek
jelenlétét. A mérést a Babeş-Bolyai Tudományegyetemen



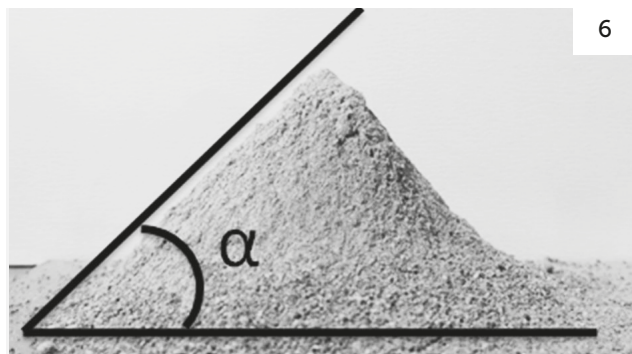
található eszközökkel végeztem el, felügyelet mellett.
Csak minőségi kutatást végezhettem, ugyanis a gép ka-
librációja miatt a szilíciumnál kisebb rendszámú ato-
mokat nem lehetett kimutatni (4. ábra). A mért spektru-
mon részben lehetett mennyiségi elemzést is végezni, és
hangsúlyos vas jelenlétet lehetett megfigyelni. Az egye-
temen sikerült dozimetriai mérést is végezni, melyben
a gamma- és béta-sugárzást mértem. Ebből kiderült,
hogy az anyag enyhén radioaktív, ezt az előző mérés-
ben kimutatott stroncium jelenléte okozhatja.

A holdbázis falának létrehozásához egy kémiai reak-
cióra van szükség, ennek eredménye a Sorel-cement [3].
Ez a típusú cement a magnézium-oxid (MgO) és a mag-
nézium-klorid kristályhidrátjának ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) vizes
oldatával valósul meg, 24 órás reakcióidővel. A követke-
ző két fő reakció játszódik le:



A magnézium-oxidot a holdi regolit tartalmazza,
valamint az újabb felfedezések [4] alapján a pólu-
sokhoz közeli, árnyékos kráterekben vízjég találha-
tó, tehát a víz is biztosított. A cementhez szükséges
sót (MgCl_2) a Földről kell odaszállítani, de mint lát-
ható, ez teszi ki az alapanyagok legkisebb hányadát.

Az első betonminták (mivel tartalmaz más anya-
got is, mint a cement) létrehozásánál rájöttem, hogy
a holdpor-szimulációhoz szükséges kb. 30% tiszta



6

magnézium-oxidot is adni, a bazaltpor önmagában nem tartalmaz megfelelő mennyiséget, és az is kötött, ásványi formában található, amely nehezen reagál. A továbbiakban ezekkel a mintákkal végeztem különböző méréseket.

A mérések alkalmával a bázis fal-anyagának a környezeti terhelésekkel szembeni tulajdonságait vizsgáltam. Így végeztem szilárdságtani, hőtani valamint sugárzás csillapítással kapcsolatos méréseket. Egy hasonló kutatás [5] eredményeivel hasonlítottam össze az általam kapott adatokat, ezt az *Acta Astronautica* nevű folyóiratban találtam az interneten.

A cement sűrűségét egyszerű módszerrel határoztam meg. Egy pontos gyógyszerészeti mérleg segítségével tömeget, valamint a szabályos formának köszönhetően pontos térfogatot mértem. A két adat segítségével sikerült megállapítani a minta sűrűségét ($\rho=2040 \text{ kg/m}^3$), mely szinte megegyezik a mintául vett kutatási eredménnyel ($\rho'=1855.33 \text{ kg/m}^3$).

Ha egy rövid, zömök rudat bizonyos erővel összenyomunk, akkor hosszmérete csökken, keresztmetszete pedig nő. A nyomóerővel szemben egyensúlyt létesítő erők lépnek fel. A nyomóerő és a keresztmetszet hányadosát *nyomófeszültségnek*, a rövidülés és az eredeti hosszúság hányadosát *fajlagos rövidülésnek*, illetve *nyomószilárdságnak* a feszültségnek azt a határértékét nevezik, amelynél összeroppan, összenyomódik a test. A jelenséget a Hooke-törvény írja le.

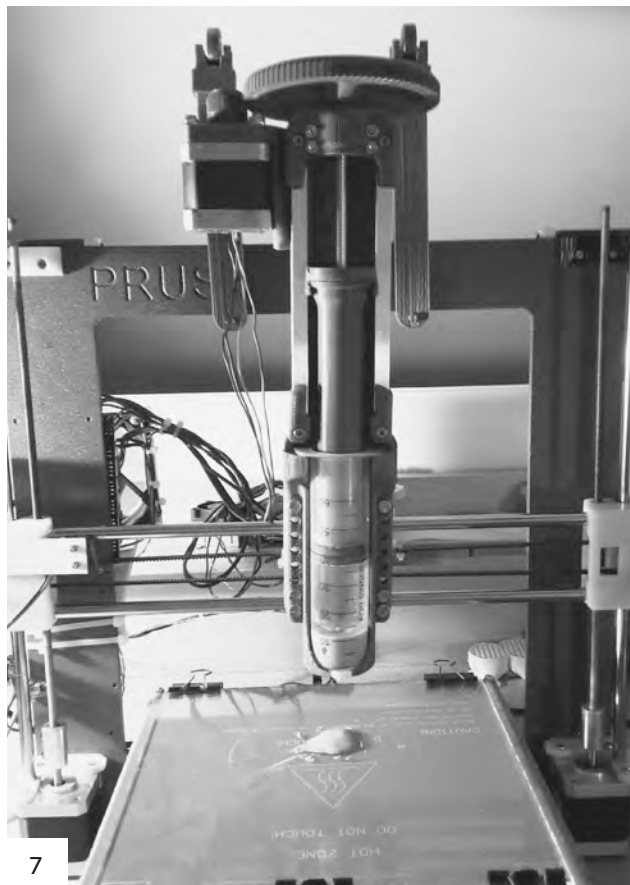
$$\text{Hooke-törvénye: } \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$$

$$\text{Nyomófeszültség: } \sigma = \frac{F}{S}$$

E: Young-modulus

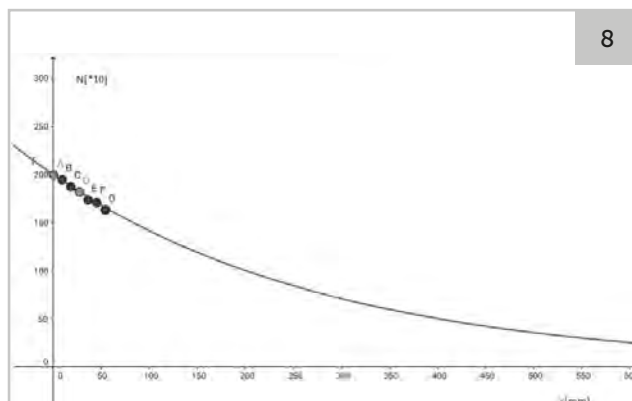
A szilárdságtani mérések közül a nyomószilárdság, valamint a Young-modulus mérését egy hidraulikus nyomó-szakító gép (prés) segítségével végeztem. A mérés során a szerkezet számlapját és a terhelt mintát együttesen filmeztem. A videóban látható, összeroppanáskor leolvasható nyomásértékből és a minta felületéből, valamint az előre megadott dugattyú felületekből sikerült meghatározni a nyomószilárdságot. A terhelt

minta mellé egy pontos (elektronikus) tolómércét szereltem, így le lehetett olvasni a hosszváltozásokat. Hooke-törvénye segítségével a Young-modulust is sikerült meghatározni. Különböző felületű, alakú és eltérő magnézium-oxid-tartalmú mintákkal végeztem a méréseket. Következtetésképpen a 30% MgO-ot tartalmazó minták bizonyultak a legellenállóbbaknak.



7

Az egyik végén befogott, a másik végén terhelt rúd az erő hatására meghajlik. A *lehajlás* mértéke függ a rúd keresztmetszetének alakjától, ezt jellemzi az ún. *másodrendű nyomaték*. A mindkét végén alátámasztott rúd közepén való terhelésnél *behajlik*. A *hajlítószilárdság* a rúdban keletkező feszültség azon határértéke, melynél a rúd még nem törik el a terhelés alatt.

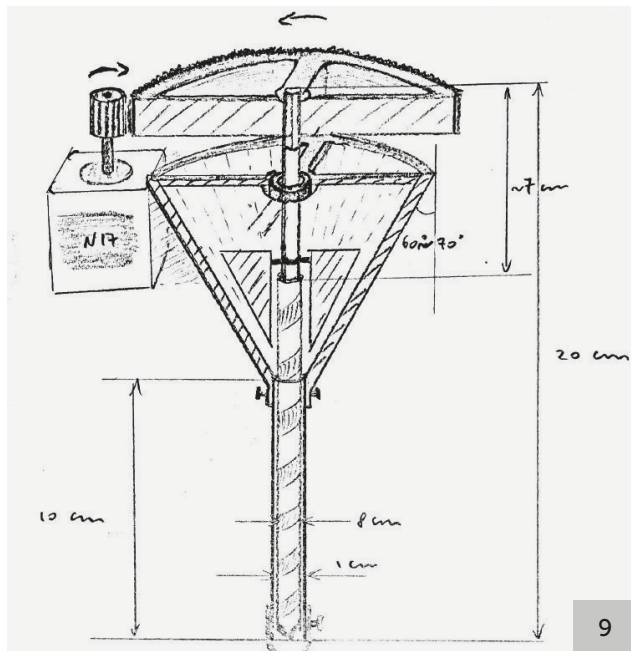


8

$$\text{Behajlás: } s = \frac{1}{3E} \cdot \frac{l^3}{l} \quad s = \frac{Fl^3}{4ab^3E}$$

$$\text{Másodrendű nyomaték (téglalap): } I = \frac{ab^3}{12}$$

Az anyag hajlító igénybevételénél egy hosszú, téglalap keresztmetszetű, rúd alakú mintát készítettem, melyet középen, a súly fokozatos növelésével terheltem. Az elektronikus tolómérce egy állványon rögzítve mérte a behajlás értékét. A mért adatokból meg tudtam határozni az anyag hajlítószilárdságát, valamint újabb értéket kaptam a Young-modulusra, mely nagyjából megegyezett a másik mérés eredményével.



A hőtani mérések alkalmával sikerült az anyag legfontosabb tulajdonságait mérni vagy kimutatni. Kalorimetriás méréssel megállapítottam az anyag fajhőjét. Először a mintát 100 °C-os vízbe helyeztem, majd a kaloriméterbe tettem, amelyben bizonyos hőmérsékletű és tömegű víz volt. A termodinamikai rendszer hőmérséklet-változásából és egyéb állandók ismeretéből sikerült meghatározni az anyag fajhőjét.

A cement hőtágulását sajnos nem sikerült megmérni, ugyanis nagyon kis mértékű változáson ment keresztül, de sikerült felvételek alapján kimutatni (5. ábra).

Ha S keresztmetszetű, l vastagságú fal egyik oldalán a hőmérséklet t_1 , másik oldalán t_2 és $t_2 > t_1$, akkor beindul a hó áramlása, melynek egyik jellemző fizikai mennyisége a hővezetési tényező. Ezt az ún. Fitch-módszerrel határoztam meg, melynek lényege, hogy az ismert fajhőjű, jeges vízben levő rézrúdra helyezett minta, és a másik oldalán levő szobahőmérsékletű réztömb közötti hőmérséklet-különbség miatt beindul a hőáramlás. A két rézdarab hőmérsékletét egy Arduino alaplaphoz kötött termisztorral mértem, számítógép segítségével.

További ismert adatok alapján meg lehetett határozni a minta hővezetési tényezőjét.

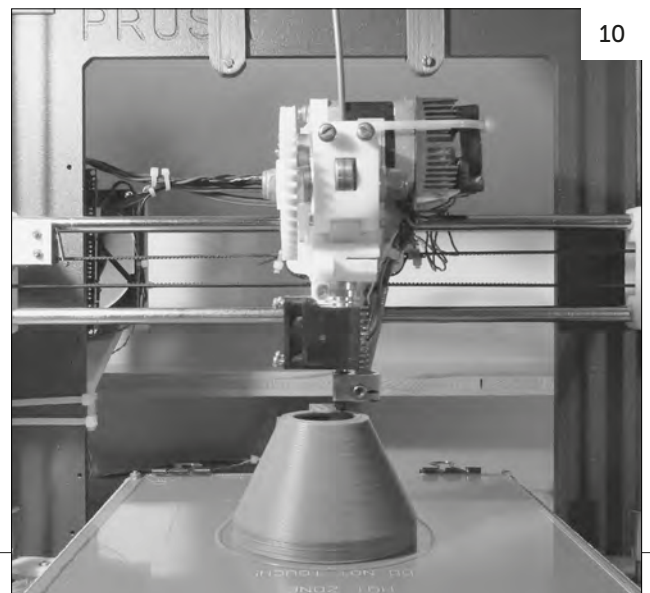
A dóm falának szögbeállítását miatt érdemes volt megvizsgálni a holdpor-szimuláció szemcséi közötti belső surlódási erő együttthatóját. Ezt a legkönnyebben a rézsűszög, vagyis a szabadon hagyott por-kúp hajlás-szöge mérésével lehetett meghatározni. Az eredmény szerint a szemcsék a **vízszintessel 40°-ot** bezáró szögnél még stabilan állnak. Ezt fontos figyelembe venni a bázis falának meredekségénél (6. ábra). Újabb eredmények alapján ez a rézsűszög nem gravitációfüggő (marsi homokdűnék megfigyelése alapján), tehát az itt kapott érték valószínűleg a Holdon is ugyanekkora lenne, de ez a hipotézis még további kutatást igényel.

Végül a minták sugárvédelmét kellett megvizsgálni, ugyanis a Holdon, légkör hiányában nagy dózisznak van kitéve az ember. Kutatásomban a gamma-fotonok csillapítását vizsgáltam, ez a Naptól érkező részecskék és a holdpor által keltett gamma-sugárzást szimulálja. A Babeş-Bolyai Tudományegyetem segítségével újabb méréseket végeztem. Meghatároztam a minták lineáris sugárvédelem tényezőjét. A gamma-foton forrás kobalt (${}_{60}\text{Co}$) volt, és a mérést egy gamma számlálóval végeztem, tanári felügyelet mellett. A csillapítási tényező megmérése fontos szerepet játszik a fal vastagságának meghatározásánál (7. ábra).

$$\text{Fotonszám: } N = N_0 e^{-\mu x}$$

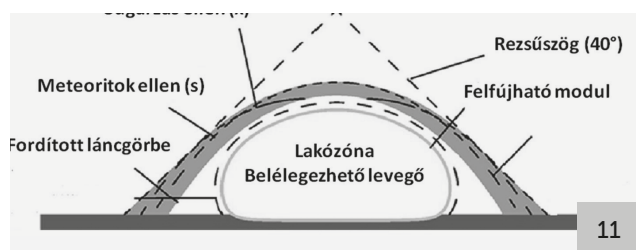
$$\text{Lineáris csillapítási tényező: } \mu = 3.45 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$$

A kutatás harmadik fázisában ki kellett fejlesztem a megfelelő háromdimenziós nyomtatót. Már évek óta foglalkozom 3D nyomtatással, rendelkezem egy saját építésű nyomtatóval. A szerkezetet alkatrészekenként rendeltem meg, és pontos tervrajzok hiányában, internetes kutatás, valamint a saját logikám, intuícióm alapján szereltem össze. Ez a RepRap nyílt forráskódú, Prusa i3 nyomtatója, mely Arduino vezérelésű, szabadon programozható. A gépet az évek során



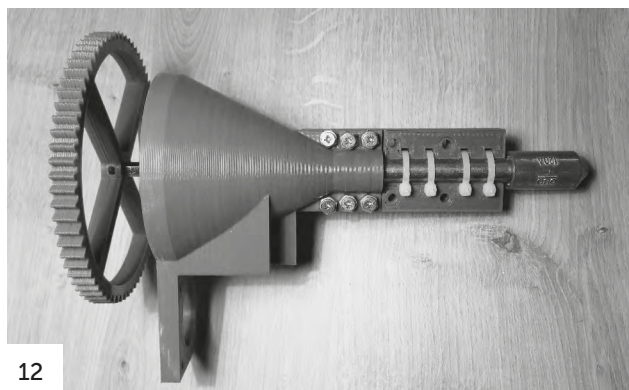
saját elgondolásaim, ötleteim, tapasztalataim alapján átépítettem, kibővítettem, új alkatrészeket nyomtattam. Ez a nyomtató főleg műanyagokkal dolgozik (ABS, PLA, nylon), de mára megjelentek fa-, fém- és gumitánczatók is. A saját nyomtatómmal újabb nyomtatók alkatrészeit készítettem el, megvalósítva az önreplikációt. A fenti tapasztalataim alapján ez a technológia lehet a legalkalmasabb a holdi gyarmatosításhoz.

A 3D nyomtatómat át kellett alakítanom a holdbeton nyomtatásához. Ez nehéz feladatnak bizonyult. Első próbálkozásom alkalmával egy injekciószerű nyomtatófejet készítettem, viszont ez nem biztosított elég nyomást a beton kis nyíláson való átpréseléséhez (8. ábra). Így saját ötletem alapján, egy új elgondolású, a 3D nyomtatás területén innovációnak bizonyuló nyomtatófejet kellett megterveznem. Ez a fej a gravitációt is részben



kihasználja, ugyanis felső részén egy tölcser található, melyből az összekevert anyagot egy fúróhegy továbbítja egy csövön lefele. A fúróhegy menetei vezetik a folyékony betont, ezt az eredeti léptetőmotor forgatja. Végül az anyag kiáramlik a cső végén, így a nyomtató dolgozhat vele, mintha hagyományos műanyag lenne (9. ábra). Számítógépes CAD-program segítségével, a kezdeti rajzból digitális modellt terveztem. Ezt a még műanyaggal dolgozó géppel készítettem el, kétszeres hasznot húzva a nyomtatóból (10. ábra). Ez is alátámasztja a technológia nagyszerűségét, sokrétű felhasználhatóságát. Ezzel a módszerrel a saját, statikus nyomtatómmal sikerült eredményeket elérni. Ez a technológia természetesen átdolgozásra kerülne valódi körülmények között, mert a földi gravitációhoz és légnyomáshoz alkalmazkodott, valamint a szerkezet nem képes a helyváltoztatásra, amely a távvezérlést lehetetlenné teszi. A Holdon egy más rendszerre, kerékkel felszerelt mobilnyomtatóra lenne szükség.

A kutatás végső fázisa a Holdbázis konkrét tervének elkészítése volt, amelyben felhasználtam az eddigi mérési eredményeket, mintegy összefoglalva a kutatást. A fent említett elgondolás alapján az építmény egy felfúvódó dombból állna, melynek fala a holdporból készített beton. Mivel víz szükséges a beton megkötéséhez, és jég csak a sarkvidékeken található, ezért logikus odahelyezni a képzeletbeli bázist. A másik érv a holdi éjszakák és nappalok váltakozása. A Hold szinodikus forgási periódusideje kb. 29,5 nap, ez azt jelenti, hogy egy egyenlítői térséget két hétig süt a Nap, két hétig pedig nem. A bázis energiaellátása szempontjából ez nagy hátrány lenne, így a sarkok környékén, ahol szinte mindig süt a Nap,



12

állandó jelleggel lehetne működtetni a napelemeket. A sarkvidék valamilyen magaslatán, például egy kráter peremén lenne érdemes elhelyezni a bázist.

A fenti elgondolás következményeként a Holdbázis falát vízszintesen érintenék a napsugarak, így közelítőleg a gamma-sugárzás is. Tehát a csillapítást is csak vízszintes metszetre kell kiszámolni. A mikrometeoritok azonban bármilyen irányból érkehetnek, ezek átlagos tulajdonságait kutatások [6] alapján becsültem meg. Így a falvastagság ezen szempontból minden irányban egységes kell legyen, és a szigetelés úgyszintén. A holdpor hővezetési tényezője elég kicsi, tehát jó hőszigetelő az anyag, hasonló az értéke a vályogéhoz, melyet régi házak falánál használtak fel. A sugárzás és meteoritok kivédéséhez szükséges falvastagság jóval meghaladja a megfelelő hőszigeteléshez szükséges vastagságot. A szerkezet egyéb strukturális tényezője a tartás. A legalkalmasabb a fal belső görbületének a fordított láncgörbe (hiperbolikus koszinusz). Ez az építészeten is előforduló boltív azzal a tulajdonsággal rendelkezik, hogy képes a saját tömegét megtartani, így nincs szükség semmilyen más tartószerkezetre. A másik fontos szempont a fal kémiaiilag kötött anyagának redukálása. Érdemes lenne sejtyszerűen kialakítani a falat, csak bizonyos részeket megkötni. Így a külső ívet meghatározza még a rezsűszög is, amely a meg nem kötött anyag stabil állásához szükséges.

13





14

Az említett szempontok összesítésével megkapható a végleges bázis alakja (11. ábra). Ezt megterveztem CAD-program segítségével, és sikerült is kinyomtatni az általam tervezett nyomtatófejjel (12. ábra). Végül a kezdeti elgondolás alakot öltött (13. ábra).

Szükségesnek találtam egy vákuumkamrás kísérlet elvégzését, ugyanis a Hold nagyon ritka légkörrel rendelkezik, szinte légüres térnek tekinthető. A kísérlet során rájöttem, hogy vákuumban a vizes sóoldat felfő, elpárolog. Egy következő kísérletben 24 órát hagytam száradni vákuum alatt a betonmintákat. A hagyományos, teljesen összekevert minta buborékokkal lett telítve, ugyanis az oldat hamarabb elpárolgott, mint hogy a cement megkőssön. Így egy másik módszerhez kell folyamodni, az oldatot egy bizonyos porréteg alá kell fecskendezni (14. ábra). Így a cseppek felületi feszültségéből származó, valamint a kapilláris hatások miatt keletkező nyomáson nem párolog el az oldat, képes megkötni. A cseppek átmérőjének pár mikrométeresnek kell lennie, mindenképp nagyobbak, mint a porszemcsék közötti üreg. Ezzel az eljárással különböző típusú fecskendőfejes nyomtatók dolgozhatnak, amelyet további kutatások során lehetne kifejleszteni. Az én elsődleges célom viszont a bázis anyagának vizsgálata volt, amelyhez elegendő volt az általam fejlesztett nyomtató.



15

A szimulációk jól közelítették a valóságot, így kivitelezhető lenne a Holdbázis terve. Gazdasági szempontból az odaszállítandó kellékeket csökkenthetjük a felfújható modulra, a hozzá tartozó életfenntartó berendezésekre valamint a cement megkötéséhez szükséges magnézium-kloridra, mely az anyag legkisebb hányadát teszi ki. Az általam elkészített 3D nyomtató csak földi körülmények között működőképes, de a vákuumkamrás kísérletek alapján egy fecskendőfejes mobilnyomtató képes lenne a cél teljesítésére.

Megfelelő szimulációval sikerült megtervezni egy olyan bázist (15. ábra), amely ellenáll meteoritoknak, sugárzásoknak, hőingadozásnak. Ezután következne a bázis életfenntartó rendszereinek és a távvezérlésű 3D nyomtató-rovereknek a kifejlesztése. Az általam végzett kutatás csak egy kezdeti, vázlatos vizsgálódás a tényleges megvalósítás irányába.

Újabbban nemcsak Európa, hanem Oroszország, Kína, de legfrissebben Amerika is csatlakozott a Holdkolonizációt tervezők körébe, egy globális összefogás látszik körvonalazódni. Hogy közös erővel jutnak-e el a Holdra, vagy egy újabb űrverseny során, ez a jövő kérdése. A legbátrabb kijelentést viszont Elon Musk, a SpaceX magán űrvállalat vezetője mondta ki. Ő szeretne embereket eljuttatni a Marsra 2024-re. Jogosan feltehető a kérdés: miért szükséges mindez, miért nem a Földdel törődünk? Azt gondolom, hogy a földi élővilág megvédése mellett szükséges az emberiség legnagyobb hajtóerejét, a felfedezések mozgató rugóját újraélesztenünk. Ez pedig az örökös kíváncsiság és a kalandvágy.

PUSKÁS DÁVID

Ez a cikkünk a XVII. Természet–Tudomány Diák-pályázat Önálló kutatások, elméleti összefoglalók kategória első díját nyerte.

IRODALOM

- [1] http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Building_a_lunar_base_with_3D_printing
- [2] Bányászati, kohászati és földtani konferencia – EMT 2016; Harangi és társai, 2013
- [3] Sorel Cement Reactions and their Kinetics, Terry A. Ring and Eric Ping, Chemical Engineering, University of Utah
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_water#cite_note-space-1
- [5] Building components for an outpost on the Lunar soil by means of a novel 3D printing technology, GiovanniCesaretti, EnricoDini, XavierDeKestelie, ValentinaColla, LaurentPambagui-an, 2014
- [6] Micrometeoroid impacts on the Lunar surface. V. Vanzani, F. Marzari, and E. Dotto, Dipartimento di Fisica “G. Galilei” and Centro Interdipartimentale Studi e Attività Spaziali “G. Colombo”, Università, 35131 Padova, Italy
- [7] http://www.esa.int/Highlights/Lunar_3D_printing

A XXVIII. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT FELHÍVÁSA ÉS VERSENYSZABÁLYZATA

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat által meghirdetett, a Természet Világa tudományos ismeretterjesztő folyóirat által lebonyolított diák-cikkpályázaton indulhat bármely középfokú iskolában a 2018/2019-es tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betűhely** (karakterszám, szóközökkel együtt), tetszőleges számú illusztrációval. A kéziratot három kinyomtatott példányban kérjük. A nyomtatott változattal együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is kérjük megküldeni, a szöveget Word formátumban, a képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy TIFF).

A pályázat tartalmazza készítője nevét, lakcímét, e-mail-címét, telefonszámát, iskolája pontos címét irányítószámmal együtt, valamint felkészítő tanára nevét és elérhetőségét. A helyi (iskolai) fordulón továbbjutó dolgozatok benyújtásának (postai feladásának) határideje mindegyik kategóriában **2018. december 7.** A pályázat beadható személyesen (1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444 Budapest, 8. Pf. 256.).

Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK:

Természettudományos múltunk felkutatása és a kultúra egysége

- ▶ Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, környezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tudós személyiségek – például tanárok, az iskola volt növendékei,

akikből neves természettudósok lettek – életútjának, munkásságának bemutatása (eredeti dokumentumok felkutatásával és felhasználásával). Vagy:

- ▶ A dolgozat írójának tágabb környezetéhez kapcsolódó tudományos vagy műszaki intézmények története, tudóstársaságok története, eredeti dokumentumok bemutatásával. Vagy:
- ▶ A természet- és műszaki tudományok valamelyik ágában tárgyi emlékek bemutatása (laboratóriumi kísérleti eszközök, régi tudományos könyvek, régi tankönyvek, kéziratban maradt leírások, muzeális ritkaságok, ipari műemlékek – hidak, malmok, bányák –, vízügyi emlékek, botanikus kertek, csillagvizsgálók stb.).
- ▶ A kultúra egysége altéma *Simonyi Károly* (1916–2001) akadémikus emlékére a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni. Olyan pályamunkákat várunk elsősorban, amelyek egy természettudományos eredmény és valamilyen művészi alkotás vagy humán tudományos eszme közti kapcsolatokat tárják fel. Megmutatkozhatnak ezek akár egy alkotó életében, akár egy gondolat kialakulásában.

Önálló kutatások, elméleti összegzések

Önálló kutatáson a természeti értékek, jelenségek megismerése érdekében a diák által végzett kutatások bemutatását értjük. Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos, önálló gondolatokat, innovatív megközelítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű beszámolók.

Az elméleti összegzéseknek is önálló kutatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasoljuk, akik örömmel mélyednek el a rendelkezésükre álló megbízható és naprakész adatok végeláthatatlan tárházában, és képesek onnan elővarázsolni, bemutatni a Természet Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy a pályázók a könyvtárakban, a világháló révén, a laboratóriumi-gyakorlati látogatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket a származás pontos megjelölésével

forrásként használják fel, és ott kerüljék el a saját alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első nyilvános megmérettetési lehetőségének.

Ebben a kategóriában *biofizikai-biokibernetikai* témájú dolgozatok különdíjban részesülhetnek, ezzel *Varjú Dezső* (1932–2013), a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora, folyóiratunk segítője emlékét ápoljuk.

Matematika és informatika

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, matematikával és informatikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

Néhány javasolt téma:

- ▶ Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.
- ▶ Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogosságának indoklása”.
- ▶ Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.
- ▶ Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.
- ▶ A matematika valamely kevésbé ismert problémájának a története.
- ▶ Variációk egy témára: egy feladat vagy tétel kapcsán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.
- ▶ Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadáson stb.).
- ▶ Számítógép és számítógépes szimuláció. Ebben az altémában azon pályázók pályamunkáit várjuk, akik számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak. Ez az altéma *Nicholas Metropolis* (1915–1999), görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus, folyóiratunk segítőjének emlékét őrzi.

A leírtak csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját

egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést. Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket. A matematika kategória *Martin Gardner* (1914–2010) amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi.

Egészségtudomány

Az egészségtudomány témakörében pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, amelyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését mutatják be, vagy egyéb szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt, az orvostudományi és egészségtudományi etikai szabályokat teljes egészében tiszteletben tartó pályaművek.

A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás

Minden kategóriában I. díj, II. díj, III. díj, valamint a zsűri döntésével több, arra érdemes írásnak különdíj is kiadható. A zsűri a díjazott diákok felkészítő tanárainak a munkáját is értékes jutalmakkal ismeri el. A konkrét díjazásról a zsűri a bírálati folyamat során dönt.

(Tájékoztatásul közöljük az előző évi díjkategóriákat: 2017/2018-ban a kategóriák győztes pályázó diákjai pályaművenként 60.000 - Ft, a II. díjasok 40.000 – Ft, a III. díjasok 25.000 – Ft pénzzutalmat kaptak. A kiemelt különdíjasunk 35.000 – Ft, a többi különdíjasunk pedig 25-25 ezer Ft díjazásban részesült. A felkészítő tanároknak – diáukjuk helyezése függvényében – értékes tárgyjutalommal, például tablettel, könyvcsomaggal köszöntük meg a munkájukat.)

A pályaművek elbírálására előre láthatóan 2019. március 1-ig kerül sor, a díjakat diákkonferencia keretében adjuk át 2019 tavaszán.

A Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati kiírását a Természet Világa számaiban közöljük, illetve olvasható a folyóirat honlapján is.



A Természet Világa különszámai

A különszámok korlátozott számban megrendelhetők a Kiadónknál, a Tudományos Ismeretterjesztő Társulatnál.

Cím: 1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 06 1 327 8965
E-mail: titlap@telc.hu

