

**Bérczi Szaniszló, Hegyi Sándor, Kovács Zsolt, Földi Tivadar,  
Fabriczy Anikó, Keresztesi Miklós, Cech Vilmos**

B. SZ. – C. V.: ELTE TTK,  
Általános Fizika Tanszék, Kozmikus Anyagokat  
Vizsgáló Űrkutató Csoport  
H. S – K. M.: PTE TTK,  
Informatika és Általános Technika Tanszék  
K. ZS.: BDTF, Technika Tanszék  
F. T.: FOELDIX  
F. A.: ELTE, Tanítóképző Főiskolai Kar

## **Oktatási technológiák a Hunveyor gyakorló űrszonda építésében: egy interdiszciplináris tantárgypedagógiai munka körvonalai**

**S**zázadunkban fontos diszciplínává vált a környezettudomány és nélkülözhetetlen gondolkodási stratégiává a rendszerszemlélet. Míg a környezettudomány összefoglaló megközelítésében a technológiák és a természeti áramlások kölcsönhatásai fontos szerepet játszanak, a rendszerszemlélet is több diszciplína együttes használatát kívánja meg. Cikkünkben mindkét környezettudományi diszciplína, áramlási rendszer leírását leegyszerűsítjük egy összehasonlításra alkalmas formára, s a kétféle folyamatípust a közöttük lévő kereszthatásokkal vázoljuk föl. Másrészt ez a leírás egy eszközben testet is ölt: ez a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda. Egy kísérleti gyakorló űrszonda építési és mérési rendszerét tekintjük át az ellátó és mérő rendszerek kerettervével együtt. Ezzel egy oktatási/gyakorlati tevékenységet és egy tantárgypedagógiai formát is fölmutatunk a környezettudomány és a fizika/kémia/matematika/informatika jövőbeli érdekfeszítő oktatására. Mindvégig a rendszerszemlélet oktatását is élő példákön mutatjuk be.

### **A folyamatleírás interdiszciplináris megközelítése (irreducibilis reprezentáció)**

A folyamatok leírását tovább már nem egyszerűsíthető (irreducibilis) formáig (irreducibilis reprezentációig) egyszerűsítjük. Ennek során fizikából származó alapelvet használtunk föl: a kényszerpályán történő mozgás leírásának elvét. Megfogalmazásunkban a technológia leírását három együtt haladó folyamatsoron adjuk meg. E három szál: az anyag, az eszköz és a művelet folyamatsora. (Ez a gépi rendszereket bemutató tantárgyakban az anyagátalakító eszközök sorozatát jelenti.) Folyamatleírásunk mindhárom szálát együtt kezeli: az anyag (a technológiai folyamat főszereplője) mint kényszerpályán halad végig az átalakítására szolgáló gépeken (régebben eszközök sorozatán). E gépek egyúttal a műveletek sorrendjére is fölbonthatják a gyártási folyamatot. Az egyes gépeken elszenvedett állapotváltozások sorozata is jellemzi a folyamatot. A három folyamat-jellemző: a műveletek, az anyagi állapotok és a gépek sorozata külön-külön is képet ad a gyártási folyamatról. Párhuzamosan történő együttes szerepeltetésük teszi lehetővé a minőség és mennyiségi leírást a technológiákról.

Ugyanebben a formában adjuk meg a környezeti áramlások leírását is: ebben a természeti áramlás „medre” lesz a kényszerpálya megfelelője a természeti áramlásnál. A műve-

letek megfelelői olyan állapotváltozási helyek, ahol az áramló anyag átalakul. Példa: a víz áramlásának egy elképzelt szakasza: a karsztvidékre hulló csapadék dolinákban szivárog a mélybe, ott a mészkövet kissé oldva barlangokban áramlik tovább: ezt az útját elvben két szakaszra bonthatjuk: mészkövet oldó szakaszra s mészkövet építő szakaszra (cseppkő-barlang). A felszínre kijutva másféle romboló és építő szakaszai lesznek a vízfolyásnak. A gyors patak sziklákat is megmozgat, szállítás közben „örli” a patakba kerülő kőzetdarabokat. A síkságra kiérve meglásszódik, meanderezve épít homokos kanyarulatokat.

A város közelében vízkivételi műbe kerül, ahol az áramló folyóvizet tisztítják. Innen-től a technológiák körébe tartozó műveletekre kerül sor a tovahaladó vízárammal. (Cukorgyárban pl. a víz segédanyag a műveletekben. Anyagokat fogad magába, majd későbbi műveletekben azokat kiszűrik, de valamilyen mértékben szennyezett marad e technológiában belekerült anyagokkal, s ezt a szennyezést „magával viszi” további útja során.) Nincsen éles törés a folyamatleírásban attól, hogy a víz az üzem területére lépett.

### **Kereszthatások interdiszciplináris ábrázolása: a technológiák és a környezeti áramok mátrixa**

A technológiát használó üzem a társadalom alkotása, az üzem szabályozott műszaki létesítmény kézben tartott folyamatokkal. A természeti áramlásokból kivett anyagoknak a szennyezés-koncentrációját változtatjuk (ipari üzemek anyagfőhasználása, lakossági fogyasztások).

E megkülönböztetés alapján a technológiák anyagáramlásai és a természeti környezeti áramlások keresztező irányú áramlások (a vízszintes irányban ábrázolt technológiai „pályákat” merőlegesen futó környezeti áramok „szelik át”). Technológiákat és környezeti áramlásokat egyszerre ábrázoló mátrixunkban minden üzem vízkivétele, használása és visszairútése egy mezőt foglal le. Az üzemek vízkivételei egyetlen oszlopban sorakoznak. Hasonlóan egyetlen oszlop kockamezőit foglalják el a levegőforgalom adatai is. A mátrix egyetlen térképen teszi láthatóvá, áttekinthetővé és kezelhetővé egy település összes fontos üzemének anyagforgalmát.

### **A technológiák és a környezeti áramok robotikai „ábrázolása”**

A technológiák és környezeti áramlások mátrixa egy ismeret-tömörítés. A technológiák és a környezeti áramlások területén szerzett ismeretek rendszerszemléletet kívánnak. E mátrix formájú megfogalmazás segítheti a diákokat abban, hogy szintézis-szemlélettel is összegezzék a természet folyamatait és a technológiák folyamatait.

Ez a mátrix olyan összehasonlító vizsgálatokra is alkalmas, amelyek az ipari és mezőgazdasági szervező (menedzseri) munka végzését is áttekinthetőbbé teszik a hallgatók előtt. Az ilyen alapozással képzett szakember a jövő században végzendő szervező-irányító-tervező munkájában hasznosítani tudja majd az informatikai és robotikai ismereteit is: elsősorban a mérési technológiákat, másrészt a visszacsatolásos szabályozó műveleteket és folyamatokat. A kétféle nézőpont egyetlen mátrixba sűrítését egy olyan modellel mutatjuk be, amely nem gondolati, hanem kézzel fogható asztali robot. Ez a Hunveyor gyakorló űrszonda.

Mit testesít meg és milyen összehasonlító vizsgálatokra alkalmas a Hunveyor gyakorló kísérleti űrszonda? Építését és a rajta lévő műveletek mátrixba rendezését (ezek információs technológiák) az űrszonda elvi bemutatásával, az összekapcsolt mérő és információs technológiák térképeként láthatjuk magunk előtt. A bemutatásra kerülő komplex modellezést, ennek interdiszciplináris kapcsolatrendszerét és tantárgypedagógiai és oktatástechnikai elemzését az ELTE TTK Általános Fizika Tanszéke Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Ūrkutató Csoportjánál, a PTE TTK Informatika és Általános Technika Tanszé-

kén, valamint a Berzsenyi Főiskola Technika Tanszékén a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda építése során dolgoztuk ki. Az építés során a szükséges módszereket fokozatosan fejlesztettük és kutatásainkról, fejlesztéseinkről több nemzetközi konferencián (NASA/LPI Holdi és Planetáris Konferenciák, Houston, Antarktisi Meteoritek Szimpoziumok, Tokió), valamint a hallgatók diákköri munkáiként is beszámoltunk.

### **A Hunveyor gyakorló űrszonda: összeépített technológia**

A NASA 1966–68 között a Holdra simán leszálló Surveyor űrszondáinak egyszerű, jól áttekinthető fölépítése, világos programú műszerparkja egy kísérleti gyakorló űrszonda megépítésének lehetőségét kínálta föl számunkra. Irodalmi előzmények alapján, a robotika PC-alapon is megvalósítható eszközeinek a megkeresésével végigelemeztük a Surveyor űrkísérleteket azzal a céllal, hogy mi is egy gyakorló űrszonda építéséhez kezdhesünk hozzá.

A kísérleti gyakorló űrszonda építésének főbb lépéseit bemutatva látni fogjuk, hogy mind az interdiszciplináris megközelítést és fogalomfejlesztést, mind pedig a környezet-tudomány előbb bemutatott komplex (mátrix rendszerű) modelljét segíti ez az újszerű oktatási tevékenység. Első lépésként magát a gyakorló űrszondát mutatjuk be.

Az űrszonda: megszüött technológia. (1) érdeklődést fölkeltő, (2) távlatosan is vonzó, (3) a természettudományi/technológiai közös területek összekapcsolására kínálkozik, (4) számos természettudományt hasznosít (földtudományok, anyagtudományok, geofizika, csillagászat, térinformatika, égimechanika, erőforráskutatás, mérés-technika, informatika, adatfeldolgozás, a klasszikus mérő természettudományoknak és technológiáknak a határ-területei, űrkutatás).

Az űrszondát égitest felszínére leszállt állapotában képzeltük el. Ekkor egy minimális cselekvési sor végrehajtását várjuk el tőle, s ennek ismeretében műszerezük föl. Milyen elvek képviselésében kezdtük el megépíteni az egyszerű minimálűrszondát? A Hunveyor űrszonda építése során a következő főbb kutatási-oktatási-szervezési stratégiát követtük:

1. A fejlesztési és építési munka többlépcsős: először minimálűrszonda készül, majd ezt folyamatosan fejlesztjük, mindvégig működő eszközként szerepelnek a már elkészült egységek.
2. Modul elven építjük az űrszondát: önállóan is fejleszthető és önmagában is megálló és működő egységeket építünk, s ezeket az önálló részeket mindig összehangoljuk.
3. Mindvégig kompatibilis részrendszerekben gondolkozunk (fejlesztési szintek beiktatása, fokozatosan megvalósuló, előbb hálózatfüggő, majd hálózatfüggetlen, autonóm változatok).
4. PC-alapú elektronikát fejlesztünk (a hazai beszerezhetőség miatt is).
5. Csoportmunkát szervezünk (hallgatók, tanszékek, együttműködések).
6. Az űrrobot-technológia oktatására kétszintű laboratóriumi oktatási háttérrel fejlesztünk: az első szint az, ahol az elemi méréseket építik meg a hallgatók, a második szint az, ahol az űrszondára tervezett, elemi mérésekből összeállított rendszert a Hunveyorhoz kapcsolják.

A gyakorló űrszonda építése a fenti lépésekkel a modern oktatási formák felé mutat: tehát pedagógiai értékű is a gyakorló űrszonda építési programja. Ennek során a tervező, építő, mérő és ellenőrző műveletek váltakoznak, s mindvégig elérhető közelségben marad az összetett rendszer is. Ezért tantárgyintegráló szerepe elvitathatatlan. Az a hallgató, aki egy működő űrszondát a maga sokszínű fedélzeti technológiáival, elektronikáival végiggyakorolt, meg fogja állni a helyét a polgári életben is, ahol a technológiák ismerete és a szervező-építő tudás is nélkülözhetetlen.

### **Környezettudományi modell földi-holdi-marsi terepasztalon: sziklasivatag a Hunveyor körül**

Bemutatunk egy példát arra is, hogyan segíti a geológiai ismeretek megszerzését és kiterjesztését az a tény, hogy a kőzeteket nem önmagukban, hanem a Hunveyor gyakorló űrszonda kapcsolatrendszerében ismerik meg a hallgatók. Közetsivatagot rendeztünk el a terepasztalon a Hunveyor köré. A sziklasivatag egyes kőzetminta-darabjai a Naprendszerben előforduló fontos kőzettípusokat képviselték. Ezek a következők voltak:

1. bazalt köpeny eredetű zárvánnyal (a bazalt az egyik leggyakoribb magmás eredetű kőzettípus a Naprendszerben: mintánk Szentbékálláról, a Balaton-felvidékről származott.);

2. lherzolit (kimállott példányai gyakran a gyermekfej-nagyságot is elérték ennek a bazalttal följött köpeny eredetű kőzetnek. Számos marsi meteorit is lherzolit. Ez a minta is Szentbékálláról való volt);

3. komatiit (nagy magnéziumtartalmú ultrabázisos kiömlési kőzet, mely a Földön főleg az archaikumban keletkezett. Hígan folyó lávája hatalmas területeket borított be egykoron. Nagy Mg-tartalmú kőzet, mely a felszíni geológiai mérések alapján a Marson, a Galileo mérései alapján (magas kiömlési hőmérséklet) az Ion és a Venera 14 mérései alapján a Vénusz felszínén is előfordulhat. Példányunk az Abitibi komplexből, Kanadából származik és *Szederkényi Tibortól* kaptuk kölcsön sivatagi terepasztalunkhoz, amiért ezúton is köszönetet mondunk neki. Egy másik komatiit példányunk Ausztráliából származik, a Yilgarn kratonból: ezt a példányt *Papp Éva* bocsátotta rendelkezésünkre, aki az Ausztrál Nemzeti Geológiai Kutatóintézet, Canberra munkatársa);

4. andezit (a földi szigetívek vulkáni kőzete valószínűleg nagyobb mennyiségben előfordul a Marson is a Pathfinder kőzet- és talajösszetételi mérései szerint. Mintánk a Belső-Kárpáti Koszorúból, a Börzsöny hegységből származik);

5. zeolit (a felszíni mállás a Marson is létrehozhatott zeolitokat. Földünkön is gyakori és értékes ásványi nyersanyag. Jelentőségét Magyarországon Mátyás Ernő fedezte föl és terjesztette el. Terepasztalunk zeolitját is Rátkáról gyűjtöttük, egy szilikátvertikum üzemlátogatás alkalmával, *Mátyás Ernő* szíves segítségével, a Tokaji hegységben);

6. riolit becsapódási megolvadt anyagként gránitból (a Ramső-szigetet alkotó riolit a Mien kráter közepén gyűjthető (*Bérczi Alajossal* jártunk ott), Skone Provinciában, Dél-Svédországban. A gránitba csapódott kozmikus test megolvasztotta a kőzetet, és a gyors lehűlés hozta létre a gránit kiömlési kőzet megfelelőjét. Mintánk a Naprendszerben gyakran lezajlott becsapódási (átalakult) anyagok képviselője a terepasztalon);

7. gabbró (a Holdon is és a Földön is fontos kőzet a gabbró és a mikrogabbró. Mintánk a Tardos Köfjéből származik, Szarvasköről, a Bükk-hegységből);

8. wehrlit (nagy titántartalommal) (a Szarvasköről származó gabbrókban is és wehrlitben is érdekes holdi kőzetekkel párhuzamot mutató tulajdonság a nagy Ti-tartalom. Ezeket az Apolló 11 és 17 expedíciókon begyűjtött nagy Ti-tartalmú bazaltok földi rokonainak tekintjük, ezért kerültek rá Hunveyor-terepasztalunkra);

9. hólyagüreges bazalt (néha ilyeneket is találtak az Apolló expedíciók asztronautái a Holdon. Terepasztali mintánk a Ság-hegyről való, Celldömölkéről, a Kisalföldről);

10. gránit (fontos kéregalkotó kőzetünk a Földön, s ismerjük néhány előfordulását breccsákban talált szilánkok alapján a Holdról is. Valószínűleg előfordul a Vénuszon is. Példányunkat Erdősmeckén gyűjtöttük, a Mórággyi Rögről, a Keleti Mecsek-hegységben);

11. fonolit (a Venera 13 talált a fonolithoz hasonló nagy K-tartalmú kőzetet a Vénuszon. Mintánkat a Mecsek-hegységben gyűjtöttük);

12. homok (a sivatag homokja nálunk jó dunai homok, s ez képezi a homogén hátterét a kített kőzetmintáknak).

Ha hallgatóink csak ezt a futballcsapatnyi kőzetet ismerik is meg a Naprendszerből, már jó támpontokat kapnak ahhoz, hogy más kőzeteket be tudjanak sorolni a meglévő is -

mertek közé. Mivel az ELTE TTK Általános Fizika Tanszéke Kozmikus Anyagokat Vizsgáló Űrkutató Csoportjánál a NASA Holdközvetek készlete is vizsgálható, a közötti ismereteknek egy másik részét is érdekfeszítően tudjuk bemutatni hallgatóinknak. A Japán Sarkkutató Intézet meteoritjai között pedig marsi meteorit-minta is van (ALHA 77005, Iherzolit), így gazdag képet vihet magával az a hallgató, aki a Hunveyor építése során, a terepasztalon, a Naprendszer közeivel is megismerkedik.

### **Összegzés**

Egy kísérleti gyakorló űrszonda építési és mérési rendszerét tekintettük át az ellátó és mérő rendszerek keretével együtt. Ezzel egy oktatási/gyakorlati tevékenységi formát is fölmutattunk a környezettudomány és a fizika/kémia/matematika/informatika jövőbeli érdekfeszítő oktatására. A Hunveyor gyakorló űrszonda vázának, elektronikájának s a kezdetben felszerelésre kerülő egyszerűbb mérő rendszereinek megépítésével a hallgatók környezettudományi, fizikai, kémiai és planetáris geológiai ismeretei is gyarapodnak. Fontos azonban az is, hogy mindvégig egységes egészként kezelik a műszeregyüttest mint technológiai rendszert, amely befogadja, méri és továbbítja a környezet folyamatairól érkező adatokat. A Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda építési munkái rendszeresléletet is kialakítanak bennük. Erre példát mutattunk nemcsak az elképzelt bolygó-felszíni áramlások modellezésére, hanem a kitett terepasztali közetminták segítségével a bolygótestek közötti megismerése területén is.

Célunk, hogy tantárgyaink közvetítsenek érdekes és aktuális ismereteket. Ezt segíthetik az oktatásban fölhasznált újszerű jelenségkombinációk. Egy ilyen komplex modell és jelenségkombináció a Hunveyor kísérleti gyakorló űrszonda is. Megépítése során a diákokat képzeletgazdaggá teszik nemcsak a bemutatott tárgyi részletek, hanem az építés során kapott feladatok is. Ha nemcsak megoldásra fogalmazott kész feladatokat adunk hallgatóinknak, hanem megmozgatjuk a fantáziájukat is a tennivalók sokrétűségével, életszerűvé, kihívás-központúvá tesszük a tanulást számukra. A leírtak arról szólnak, hogy mi, tanárok, már előre kigondoltuk számos részletét a komplex építési feladatnak. De a továbbépítés során már hagyjuk a diákokat szabadon alkotni, csak kereteket adunk meg, s a megvalósítást bízunk rájuk. Ez az életre nevelő, konstruáló technológia és természettudomány ismét vonzó lesz a diákok számára.

### **Köszönetnyilvánítás**

Munkánkhoz témapályázati támogatást kaptunk a Magyar Űrkutató Irodától (MŰI-TP-154), valamint számos kollégánk bocsátotta rendelkezésünkre értékes közetmintáját: Mátyás Ernő, Papp Éva, Szederkényi Tibor, akiknek ezúton is köszönetet mondunk.

### **Irodalom**

- BÉRCZI Szaniszló (1985): Anyagtechnológia I. Anyagrendszertan. Tankönyvkiadó, Budapest  
BÉRCZI Szaniszló, CECH Vilmos, HEGYI Sándor (1992): Anyagtechnológia II. Egyetemi jegyzet. Janus Pannonius Tudományegyetem Kiadója, Pécs  
BÉRCZI Szaniszló, CECH Vilmos, HEGYI Sándor, Sz. – FABRICZY A., SCHILLER István (1995): Fölkészülés a technológiai korszakváltásra I.: Anyagtechnológiák. Keraban Kiadó, Budapest  
Sz. BÉRCZI, V. CECH, S. HEGYI, A. Sz. – FABRICZY, B. Lukács (1998): Technology/environment „chesstable”: Cross effects between planetary currents and technologies. LPSC XXIX. Houston, pdf.1371.  
BÉRCZI Szaniszló (1993): Korunk ökológiai-technológiai gondolkodási és tevékenységi rendszerét elősegítő Technika és Környezet tantárgy körvonala. (In: Természeti-Környezeti Nevelés, mint a nevelés megújításának lehetősége. GULYÁS Pálné, LÁNG Edit, VIZY Szilveszterné, Szerk., 211–225. old.) Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest

Sz. BÉRCZI, V. CECH, S. HEGYI, T. BORBOLA, T. DIÓSY, Z. KÖLLŐ, Sz. TÓTH (1998): Planetary geology education via construction of a planetary lander probe. LPSC XXIX, #1267, Houston

Sz. BÉRCZI, B. DROMMER, V. CECH, S. HEGYI, J. HERBERT, Sz. TÓTH, T. DIÓSY, F. ROSKÓ, T. BORBOLA. (1999): New Programs with the Hunveyor Experimental Lander in the Universities and High Schools in Hungary. LPSC XXX, #1332, Houston

Sz. BÉRCZI, S. KABAI, S. HEGYI, V. CECH, B. DROMMER, T. FÖLDI, A. FRÖHLICH, G. GÉVAY. (1999): TUTOR on the Moon: A Discovery Type Multiple Lunar Probe (Improved Surveyors) Constructing and Research Program for Universities. LPSC XX, #1037, Houston

B. DROMMER, G. BLÉNESSY, G. HANCZÁR, K. GRÁNICZ, T. DIÓSY, Sz. TÓTH, E. BODÓ. (1999): The 3D system and operations with Hunveyor and its rover: WEB site for students to use lander instruments on a simulated planetary surface. LPSC XXX, #1606, Houston

S. HEGYI, B. KOVÁCS, M. KERESZTESI, I. BÉRES, GIMESI, IMREK, LENGYEL, J. HERBERT (2000): Experiments on the planetary lander station and on its rover units of the Janus Pannonius University, Pécs, Hungary. LPSC XXXI, #1103, Houston

T. DIÓSY, F. ROSKÓ, K. GRÁNICZ, B. DRYOMMER, S. HEGYI, J. HERBERT, M. KERESZTESI, B. KOVÁCS, A. FABRICZY, Sz. BÉRCZI (2000): New instrument assemblages on the Hunveyor-1 and -2 experimental university lander of Budapest and Pécs. LPSC XXXI, #1153, Houston

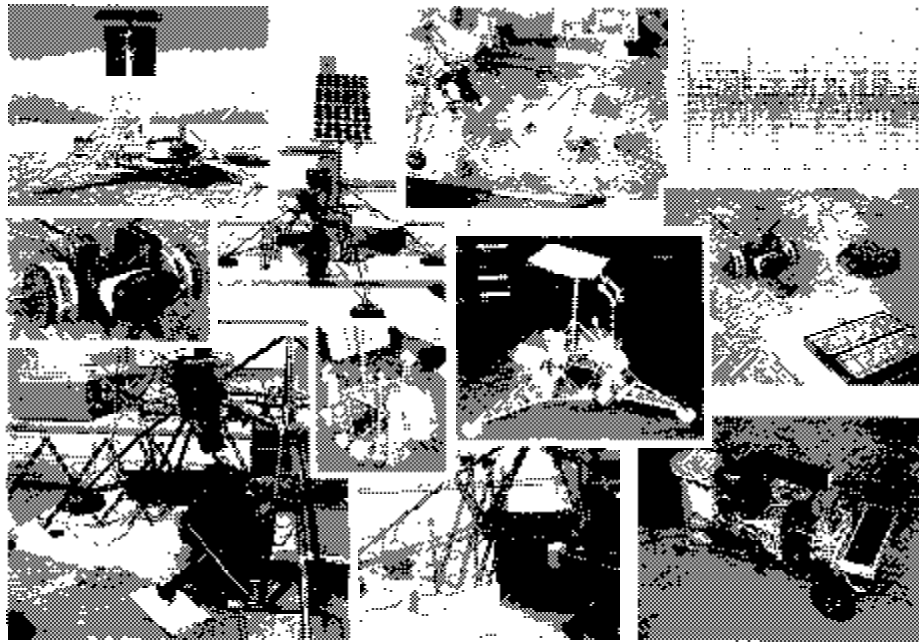
F. ROSKÓ, T. DIÓSY, Sz. BÉRCZI, A. FABRICZY, V. CECH, S. HEGYI (2000): Spectrometry of the NASA Lunar Sample Educational Set. LPSC XXXI, #1572, Houston

BÉRCZI Sz., FABRICZY A., HEGYI S., KOVÁCS Zs. I., KERESZTESI M., CECH V., DIÓSY T., JÓZSA S., HOLBA A., LUKÁCS B., ROSKÓ F., SZAKMÁNY Gy., TÓTH Sz., HEGYI A., KABAI S. (2001): How we used NASA Lunar Set in making an educational atlas series of the Solar System materials: (1), (2). In Lunar and Planetary Science XXXII, Abstract #1100, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM)

KOVÁCS Zs. I., KÖVÁRI I. E., BALOGH R., VARGA V., KOVÁCS T., HEGYI S., BÉRCZI Sz. (2001): Planetary science education via construction of the Hunveyor-3 experimental planetary lander on Berzsényi College, Szombathely, Hungary: Rock radioactivity measurements. In Lunar and Planetary Science XXXII, Abstract #1130, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM)

FÖLDI T., BÉRCZI Sz., KORIS A., KOVÁCS B., HEGYI S., KOVÁCS Zs. I., ROSKÓ F. (2001): New experiment plans (electrostatic, lunar dust measuring, bio-filtering) to the Hunveyor educational planetary landers of universities and colleges in Hungary. In Lunar and Planetary Science XXXII, Abstract #1301, Lunar and Planetary Institute, Houston (CD-ROM)

S. HEGYI, Sz. BÉRCZI, Zs. KOVÁCS, T. FÖLDI, S. KABAI, V. SÁNDOR, V. CECH, F. ROSKÓ (2001): Antarctica, Mars, Moon: Comparative planetary surface geology and on its experiments and modelling via robotics Hunveyor experimental lander. 64. Met. Soc. Ann. Meeting, Abst #5402, (Rome, Vatican City, 10-15. Sept, 2001)



## **Abstract**

Production technologies in terrestrial conditions take up materials from environmental streams (i.e. water, air, soil, etc.) and – after using them – pour them out, back to nature. In such technologies natural fluid currents are auxiliary materials, components to some main raw materials of the processing. Environmental streams also „cross through” space probes landed on a planetary body. Studying and constructing a model of a space probe concentrates attention to the technology and environment interaction and so it gives a good representation of environmental problems to be solved. The design of space technologies on a space probe needs a complex representation of processes working together. These technologies can be arranged into a sequential and/or parallel network and the interactions and feedbacks which regulate and control the processes can also be shown.

First we developed an irreducible representation of raw material processing technologies (Bérczi, Cech, Hegyi, 1991), where technologies were described as a forced (constrained) motion of the main raw material on a pathway made from instruments (machines), contrary to the free transformations of materials in natural processes. (The constrained motion in physics was the example.) We represented the interactions between technologies and environmental streams by the real construction of a lander type experimental space probe: the Hunveyor. Our space probe model construction is both educational and technological work and our educational program connected planetary science with robotics, too. First we built a minimal space probe and parallel with its construction we studied mostly lunar and Martian surface processes and constructed a test field around Hunveyor with representative Solar System type rocks. As a theoretical background we developed a technology/environment matrix to summarize and modeling the main interactions between natural streams and technologies on board of the Hunveyor. We use our Hunveyor program to develop a complex educational and pedagogical program unifying science and technology disciplines in the constructing and modelling robotics work.