

TLE – kétsoros pályaelemek

Simonyi Károly közelmúltban tett úrutazása ismét a Föld körül keringő mesterséges égitestek megfigyelésére ösztönözte a csillagászat barátait. Többféle forrásból is értesülhettek, hogy mikor és merre érdemes az ISS-t (International Space Station – Nemzetközi Űrállomás) keresnünk az égbolton. Ezek az égitestek, csakúgy, mint a bolygók, vagy holdjaik, a gravitáció által megszabott pályákon keringenek. Rájuk vonatkozóan ugyanúgy, vagy igen hasonló módon lehet efemerisz táblázatokat összeállítani, mint a természetes égitestek esetében. Ehhez kiinduló adatot a pályaelemek szolgáltatnak.

A műholdak sokkal gyorsabban keringenek, mint a bolygók. Pályájuk fejlődése, módosulása is sokkal rövidebb idő alatt történik, ezért – ha pontos adatokkal szeretnénk dolgozni – változó pályaelemeiket rendszeresen, akár napi gyakorisággal is frissíteni kell. Az adatokhoz elektronikus formában legtöbbször .tle kiterjesztésű állományokban juthatunk (<http://celestrak.com/NORAD/elements/>). TLE, mint Two-Line Elements, azaz Kétsoros pályaelemek. Ezekben a fájlokban két, emberi szemmel is olvasható adatsor írja le az égitest néhány fontos jellemzőjét, köztük természetesen a pályaszámításhoz szükségeseket is. A hagyománytisztelő források néha a TCE (Two Card Element Sets) rövidítéssel, illetve fájlkiterjesztéssel dolgoznak, ami az informatika azon korszakát idézi, amikor az egyes adatsorokat még egy-egy lyukkártyán vitték be a számítógépekbe.

Ezúttal vizsgáljuk meg, milyen információt rejtnek a TLE fájlok, melyekből a legtöbb pályakövető, efemerisz számoló program is dolgozik. Ha valamilyen szövetszervezettel

belekkukkantunk az adatállományokba (l. a külön keretben látható állományt).

A kétsoros pályaelemek többnyire három sorból állnak. Az első – egyébként nulladiknak nevezett – sor az űreszköz közismert nevét tartalmazza, melyet a NORAD műholdkatalógusából vesznek. Mint látni fogjuk, ennek használata sokkal kellemesebb, mint a többi sorba kódolt NASA lajstromszám, vagy más jelölések.

A két, valódi adatsor többnyire számokkal van tele. Az egyes mezők nem feltétlenül vannak szökőzzel, vagy más módon elválasztva, az adatok határait a sorban elfoglalt pozíciójuk alapján jelölhetjük ki. A számolás 1-től indul és mindkét sor 69 karaktert (szám, betű, vagy írásjel) tartalmazhat. Kivételesen a 0. sor, az legfeljebb 24 betűs lehet. Lásuk tehát az egyes adatmezőket! Nevük előtt a hozzájuk tartozó karakterpozíciókat adjuk meg, zárójelben pedig a használt mértékegység szerepel, ahol értelmezhető. A nem említett helyeken szökőz (space) van.

ISS (ZARYA)

1	25544U	98067A	07136.90861230	.00015758	00000-0	94415-4	0	2150
2	25544	51.6341	265.5219	0010026	189.6225	266.6229	15.77970732	485833

Az első sor

01 Az adatsor sorszáma. Ez értelemszerűen mindig 1, az említett lyukkártyás korszak öröksége.

03-07 NORAD azonosító. Ötjegyű műhold azonosító szám, melyet az 1950-es évek óta használnak. Minden fellőtt űreszköz egyedi jelölést kap. Eszerint az ISS sorszáma 25544, a MIR űrállomásé örök időkre 16609 (nem osztják ki újra), a Szputnyik-1 pedig a 00002 számú. A 00001 sorszámot a Szputnyik-1 pályára állító rakétája kapta.

08 Az űreszköz besorolása. Három betű fordulhat elő ezen a pozíción: U (Unclassified – besorolás nélküli), C (Classified – minősített) és S (Secret – titkos).

10-11 Nemzetközi jelölés első része. Az indítás évszámának utolsó két számjegye.

12-14 Nemzetközi jelölés második része. Az indítás évében a fellövés sorszáma. E két mező alapján látható, hogy az ISS Zarja modulját 1998-ban a 67. indítással juttatták pályára (66 műholdat indítottak már előtte ebben az évben).

15-17 Nemzetközi jelölés harmadik része – a hasznos teher azonosító. Ez egy betűjel az angol ABC-ből, amely az egy indítással pályára állított különböző eszközöket hivatott megkülönböztetni. Az elsődleges eszköz jele „A”, a másodiké „B” és így tovább. Ha egy műhold később darabokra esik, a 26 betű kevés lehet a darabok megkülönböztetésére. Ilyenkor 2 vagy több betűjel is használható (AA, AB, AC, stb.).

19-32 TLE epocha (UT). Az adatsor vonatkoztatási időpontja. Az első két számjegy az évszám utolsó két jegye, a következők pedig a pontos időpontot jelölik törtnapokban. Az ISS 07136.90861230 adata tehát valójában 2007. május 16. 21:48:24 UT-nek felel meg.

34-43 A közepes mozgás idő szerinti első deriváltja (keringés/nap²). Azt mutatja meg, hogy a közepes mozgás értéke miként változik meg egy nap alatt. A pályaszámító szoftverek arra használják, hogy olyan időszakra is viszonylag pontos értékeket számítsanak, melyre már „nem érvényesek” a megadott pályaelemek.

45-52 A közepes mozgás idő szerinti második deriváltja (keringés/nap³). Többnyire nullákkal feltöltött mező. A közepes mozgás napi változásának (azaz az előző mező értékének) napi változását adja meg. Normális esetben csak akkor különbözik nullától, ha az űreszköz nem a szokott, kepleri pályáját rója, hanem a vezérlőközpont manővert hajt vele végre, illetve a közelgő megsemmisülés (légkörbe lépés) egyik előjelének tekinthetjük. Az utolsó 2 jegy tíz hatványát jelöli, ennek segítségével helyezhető el a tizedesvessző (pl. 12345-5 = 0,000012345).

54-61 B-Star súrlódási tag. A légköri fékezés, ritkábban pedig a sugárnyomás hatásának figyelembe vételére szolgál. Az utolsó két jegy itt is tíz hatványát jelöli.

63 Efemerisz típus. Belső használatra fenntartott jelölés, mely a kibocsátott pályaelem adatok esetében mindig 0.

65-68 Pályaelem készlet azonosító. Arra szolgál, hogy az adatokat meg lehessen különböztetni az ezt megelőzően, vagy a későbbi időpontokban kibocsátott pályaelemektől. Amikor új pályaelem készletet számítanak egy bizonyos műholdra, ezt a számot eggyel megnövelik.

69 Ellenőrző összeg. Segítségével jó eséllyel megállapítható, ha az adatátvitel során az adatsor valamely értéke véletlenül megváltozott volna. Képzési szabálya: adjuk össze a sorban szereplő összes számjegyet, majd vegyük a kapott összeg utolsó jegyét. Minden betűt, írásjelet, szóközt, illetve plusz jelet 0-nak, a mínusz jelet 1-nek kell számolni.

A második sor

01 Az adatsor sorszáma. Ez itt az első sor mintájára mindig 2.

03-07 NORAD azonosító. Jelentése pontosan ugyanaz, mint az az 1. sornál leírtuk.

09-16 Inklináció (fok). Az első „igazi” pályaadat: a műhold pályasíkja és az Egyenlítő síkja által bezárt szög. A nullához közeli inklinációjú pályákat ekvatoriálisnak (egyenlítői), a 90 fok körülieket polárisnak (sarki) is szoktuk nevezni. A 90 és 180 fok közötti inklinációk retrográd pályát jelentenek.

18-25 A felszálló csomó rektaszczenziója (fok). A felszálló csomó más égitesteknél tanultaknak megfelelően az a pont, ahol a műhold délről észak felé haladva átlép az Egyenlítő síkján. Az adat a felszálló csomó tavaszponttól mért szögét mutatja.

27-33 Excentricitás. A pálya körtől való eltérésének, lapultságának mérőszáma. Ahogy megszoktuk, 0 excentricitású a tökéletes körpálya, míg 1 a parabola alakúé. Nem meglepő módon a keringő műholdpályák excentricitása kivétel nélkül egynél kisebb értékű.

Folytatás a 25. oldalon!