

# Opazovanje vesolja in katalogiziranje vesoljskih objektov

---

- ❑ Z opazovanjem, odkrivanjem ter nadzorom vesolja se ukvarja vse več organizacij, agencij in družb po svetu.
- ❑ V okviru Združenih narodov obstaja register izstreljenih objektov (angl. [UN register of objects launched into outer space](#)), ki ga upravlja Urad združenih narodov za vesoljske zadeve UNOSSA (angl. UN Office for Outer Space Affairs).
- ❑ Najbolj popolni so ameriški katalogi [NORAD](#) in [USSPACECOM](#) ter katalog agencije ESA, imenovan [DISCOS](#).
- ❑ [USSPACECOM](#) (angl. United States Space Command) deluje pod okriljem Ameriškega ministrstva za obrambo. Organizacija je bila ustanovljena leta 1985 kot pomoč oboroženim silam ZDA pri institucionalizaciji uporabe vesolja. Sedež organizacije je v bazi zračnih sil Peterson v bližini Colorado Springsa. Tu ima sedež tudi mnogo starejše Združenje organizacij za vesoljsko varnost in zaščito [NORAD](#) (angl. North American Aerospace Defense Command).

## Katalogi vesoljskih objektov

---

- ❑ Vzdrževanje kataloga sloni na omrežju senzorjev za vesoljski nadzor [SSN](#) (angl. United States Space Surveillance Network). Gre za omrežje elektro-optičnih in radarskih senzorjev za odkrivanje, sledenje in identifikacijo objektov, ki krožijo okoli Zemlje. Podatke beležijo v katalogu vesoljskih objektov (angl. Space Object Catalog) in v podatkovni bazi agencije ESA [DISCOS](#) (angl. Database and Information System Characterizing Objects in Space).
- ❑ Vsebina vesoljskih katalogov; od približno 16.000 trenutno evidentiranih vesoljskih objektov je delež naslednji:
  - operativni sateliti oz. sonde: 7 %;
  - odsluženi sateliti: 22 %;
  - različni delci: 41 %;
  - deli raket: 17 %;
  - deli tekočih in odsluženih satelitskih misij: 13 %.

## NASA (NORAD) 2-LINE format zapisa Keplerjevih elementov za opis tirnice satelitov

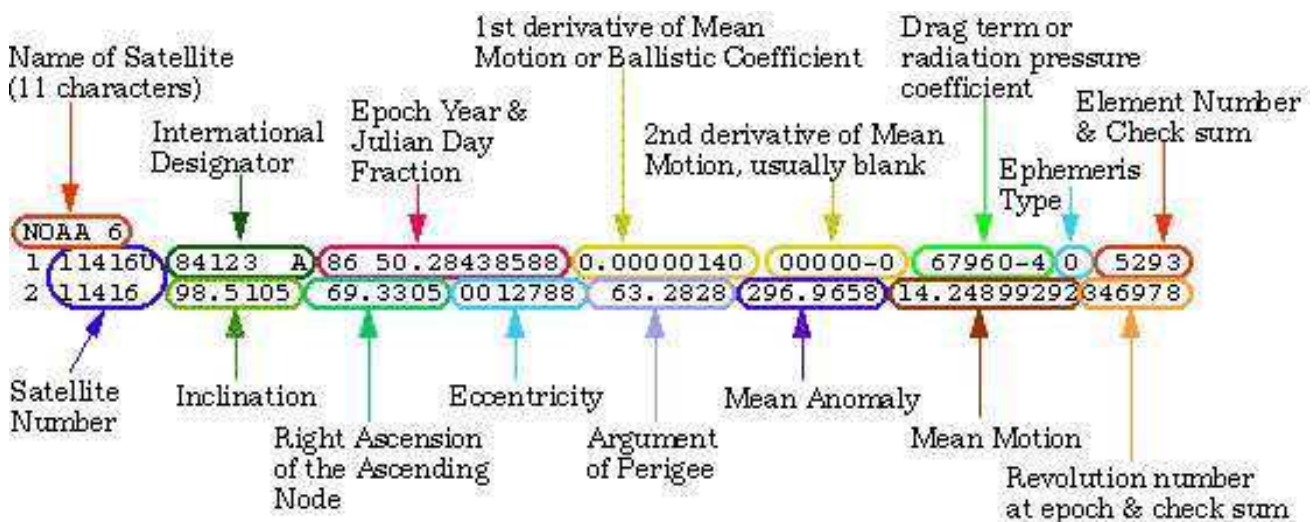
- NASA (NORAD) 2-LINE format je ena najbolj znanih oblik zapisa Keplerjevih elementov, ki ga uporablja večina računalniških programov. Danes je znan samo z imenom TLE (Two Line Elements).
- Primer dvovrstičnih elementov na primeru satelita Galileo FM4 GSAT0104 (PRN E20):

```
[NORAD 2-Line Element Set Format]=====
1 38858U 12055B 15116.68797856 -.00000036 00000-0 00000 0 0 9994
2 38858 55.0026 213.7474 0002783 212.4254 147.5749 1.70473750 15737
=====
```

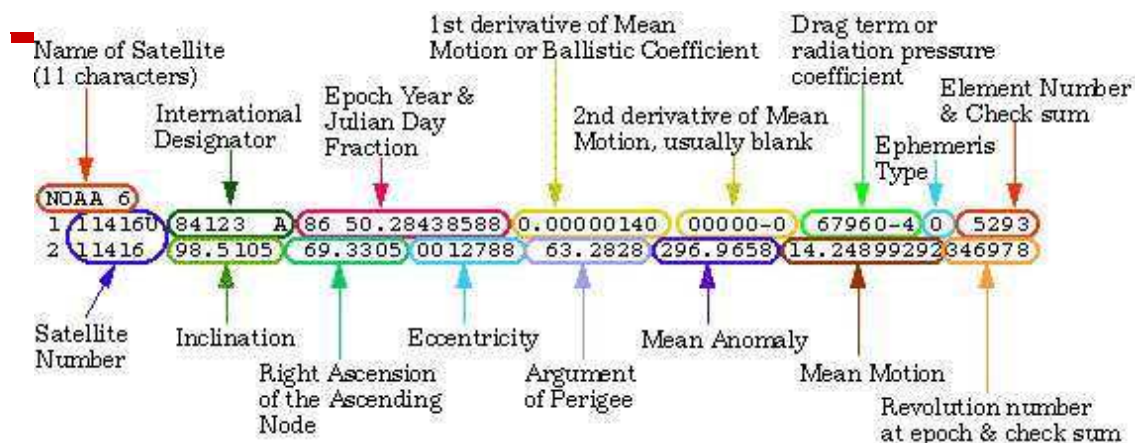
- Ključ za uporabo podatkov, kjer je A = črka in N = številka.

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

```
1 NNNNUU NNNNAAA NNNNN.NNNNNNNN +.NNNNNNNN +NNNNN-N +NNNNN-N N NNNNN
2 NNNNN NNN.NNNN NNN.NNNN NNNNNNN NNN.NNNN NNN.NNNN N.NNNNNNNNNNNNNNN
```



## 2-LINE format zapisa, primer



AO-07

1 07530U 74089B 14204.77900644 -.00000049 00000-0 -37898-4 0 211  
2 07530 101.4745 185.4096 0011567 221.8763 259.6192 12.53606149816108

FO-29

1 24278U 96046B 14205.28316326 -.00000012 00000-0 24228-4 0 4273  
2 24278 098.5123 214.0249 0350329 201.2212 281.9975 13.53026390885685

SO-33

1 25509U 98061B 14205.49711369 .00000279 00000-0 44578-4 0 8008  
2 25509 031.4315 308.9815 0349331 081.2826 005.5287 14.29558530822498

## Vsebina vrstice 1

STOLPEC	PRIMERI	OPIS VSEBINE
01-01	1	Število vrstice
03-07	07530; 24278; 25509	NORAD število predmeta (satelita)
08-08	U; U; U	Klasifikacija (razvrstitev) (U = unclassified – zaupen, tajen)
10-11	74; 96; 98	Mednarodna oznaka, letnica izstrelitve (zadnji dve številki)
12-14	089; 046; 061	Mednarodna oznaka, zaporedna številka izstrelitve v letu
15-17	B; B; B	Mednarodna oznaka, kos izstrelitve
19-20	14; 14; 14	Leto podatkov (zadnji dve številki)
21-32	204.77900644; 205.28316326; 205.49711369	Dan v letu in decimalni del dneva podatkov
34-43	-.00000049; -.00000012; .00000279	Prvi odvod MM (povprečna kotna hitrost, krožna frekvenca), deljen z 2 ali balistični koeficient, odvisno od vrste podatkov
45-52	00000-0; 00000-0; 00000-0	Drugi odvod MM, deljen s 6 (dodati decimalno piko spredaj!)
54-61	-37898-4; 24228-4; 44578-4	BSTAR koeficient, v primeru uporabe teorije motenj GP4, sicer koeficient pritiska sončne svetlobe (decimalna pika spredaj!)
63-63	0; 0; 0	Vrsta podatkov
65-68	21; 427; 800	Zaporedno število nabora podatkov
69-69	1; 3; 8	Kontrolna vsota (modulo 10)

## Vsebina vrstice 2

---

STOLPEC	PRIMERI	OPIS VSEBINE
01-01	2	Število vrstice
03-07	07530; 24278; 25509	NORAD število predmeta (satelita) – enako, kot v vrstici 1
09-16	101.4745; 098.5123; 031.4315	i, naklon tirnice v stopinjah
18-25	185.4096; 214.0249; 308.9815	$\Omega$ , rektascenzija dvižnega vozla v stopinjah
27-33	0011567; 0350329; 0349331	e, ekscentričnost (decimalna pika spredaj)
35-42	221.8763; 201.2212; 081.2826	$\omega$ , argument perigeja v stopinjah
44-51	259.6192; 281.9975; 005.5287	M, srednja anomalija v stopinjah
53-63	12.53606149; 13.53026390; 14.29558530	n, frekvenca tirnice (Mean Motion ali MM), to je število obhodov v enem dnevu (povprečna kotna hitrost satelita)
64-68	81610; 88568; 82249	Zaporedno število tirnice
69-69	8; 5; 8	Kontrolna vsota (modulo 10)

## SATELLITE: GSAT0104 (PRN E20)

---

- 2-LINE format zapisa Keplerjevih elementov za opis tirnice satelitov

[NORAD 2-Line Element Set Format]

```
1 38858U 12055B 14309.23231069 -.00000019 00000-0 00000 0 0 3127
2 38858 55.0452 218.5506 0001051 219.1129 140.9180 1.70473949 12802
```

Deduced values

Satellite Number ..... 38858 \*  
 Launch year ..... 2012 \*  
 International Designator ..... 12055B \*  
 Revolutions per day ..... 1.704739490  
 Eccentricity ..... 0.000105100  
 Inclination ..... 55.045200000  
 R. Asc. of Ascend. Node ..... 218.550600000  
 Argument of Perigee ..... 219.112900000  
 Mean Anomaly ..... 140.918000000  
 Revolution number ..... 1280

Mean Anomaly ..... 140.918  
 Eccentric Anomaly ..... 140.922  
 True Anomaly ..... 140.926  
 Elongation ..... 0.039  
 M (El.) - M (AscN) ..... 0.038  
 t (El.) - t (AN) [s]..... 5.420

ASC. NODE - Orbit at Epoch

----> Longitude ..... 90.5418  
 ----> ( W / E ) ..... 90.5 E\*  
 Univ. Time (UTC) ..... 5.57546

ASCENDING NODE

----> Longitude ..... 90.5645  
 ----> ( W / E ) ..... 90.6 E\*  
 Univ. Time (UTC) ..... 5.57395  
 Local Mean Time ..... 11.61158  
 Local Mean Time ..... 11:36:42

```

||| ----- | ----- | ----- --- |||
|||   Year  |     Day  |     Hour UTC |||
|||   2014  |     309  |     5.57395  |||
||| ----- | ----- | ----- --- |||
|||     Yr  |    MM DD | hr:mn:se UTC |||
|||   2014  |    11 05 | 05:34:26.224 |||
||| ----- | ----- | ----- --- |||
    
```

||| >>> Wednesd. 5 November 2014 << |||

## SATELLITE: GSAT0104 (PRN E20)

SEMI-MAJOR AXIS a (km) ..... 29600.314453  
 MEO: SQRT(a) (m 1/2) ..... 5440.617188  
 ECCENTRICITY ..... 0.000105  
 Reduced Distance [ a/R ] ..... 4.640903  
 ALTITUDE at apogee (km) ..... 23231.027009  
 ALTITUDE at perigee (km) ..... 23224.805023  
 Equivalent altitude (km) ..... 23222.177734  
 Argument of Perigee ..... 219.112900  
 INCLINATION (deg) ..... 55.045200  
 MEO: Orb. Inclination (radian) . 0.960720  
 (Anomal.) Period (minute) ..... 844.703857  
 (Dracon.) Period (minute) ..... 844.683411  
 Kepl. Per. for altitude (min) .. 844.703308  
 a kepl. for To=Td (km) ..... 29599.865234  
 (Anomal.) Period (sec) ..... 50682.230469  
 (Dracon.) Period (sec) ..... 50681.003906  
 (Kepler.) Period (sec) ..... 50682.199219

Mean Motion (deg/day) ..... 613.721008  
 Mean Motion (rd/sec) \* 10<sup>4</sup> .... 1.239751  
 Daily Recurrent Frequency ..... 1.700001  
 Daily Orbital Frequency ..... 1.704781  
 Revolutions per day ..... 1.704739  
 Crossing Period (min) ..... 2051.372314  
 N. Crossing/meridian per day ... 0.701969  
 Fundamental interval (km) ..... 23573.523438  
 " " " (degrees) ... 211.764572  
 NODAL Prec. Rate (deg/day) ... -0.026511  
 " " " (day/yr)=P .. -0.026897  
 " " " (rd/s)\* 10<sup>7</sup>. -0.053554  
 [1] " " /Mean M.\* 10<sup>3</sup>. -0.043198  
 APSIDAL Prec. Rate (deg/day) ... 0.014833  
 " " " (round/yr) .. 0.015049  
 " " " (rd/s)\* 10<sup>7</sup>. 0.029964  
 [2] " " /Mean M.\* 10<sup>3</sup>. 0.024170  
 MEAN MOT. Delta n (deg/day) ... -0.000353  
 [3] " " /Mean M.\* 10<sup>3</sup>. -0.000575  
 [\*] = [2] + [3] ..... 0.023595  
 (LTAN) Shift (hr/month) ..... -2.052432  
 (LTAN) Shift (mn/day) ..... -4.048634  
 Cycle / Sun (days) ..... -355.675568  
 Cycle / Apsidal Precession (d) . infinity  
 GEOPOTENTIAL Model ..... EGM2008 .

anomalistična perioda: čas med dvema prehodoma telesa v njegov pericenter;  
 drakonska peioda: čas med dvema prehodoma telesa v njegov dvižni vozlel;

# Vir datotek TLE

Special-Interest Satellites		
Last 30 Days' Launches		
Space Stations		
100 (or so) Brightest		
FENGYUN 1C Debris		
IRIDIUM 33 Debris		
COSMOS 2251 Debris		
BREEZE-M R/B Breakup (2012-044C)		
Weather & Earth Resources Satellites		
Weather		
NOAA		GOES
Earth Resources		
Search & Rescue (SARSAT)		Disaster Monitoring
Tracking and Data Relay Satellite System (TDRSS)		
ARGOS Data Collection System		
Communications Satellites		
Geostationary		
Intelsat		
Gorizont	Raduga	Molniya
Iridium	Orbcomm	Globalstar
Amateur Radio	Experimental	Other
Navigation Satellites		
GPS Operational		Glonass Operational
Galileo		Beidou
Satellite-Based Augmentation System (WAAS/EGNOS/MSAS)		
Navy Navigation Satellite System (NNSS)		
Russian LEO Navigation		
Scientific Satellites		
Space & Earth Science		
Geodetic		Engineering
Education		
Miscellaneous Satellites		
Miscellaneous Military		Radar Calibration
CubeSats		Other

Master Two-Line Element Set Index
An index showing the composition of each two-line element set data file (all data is contained in the files above)—use it to find which file(s) you need to download. This index also includes links describing many satellite payloads. The index includes information on age of each element set.

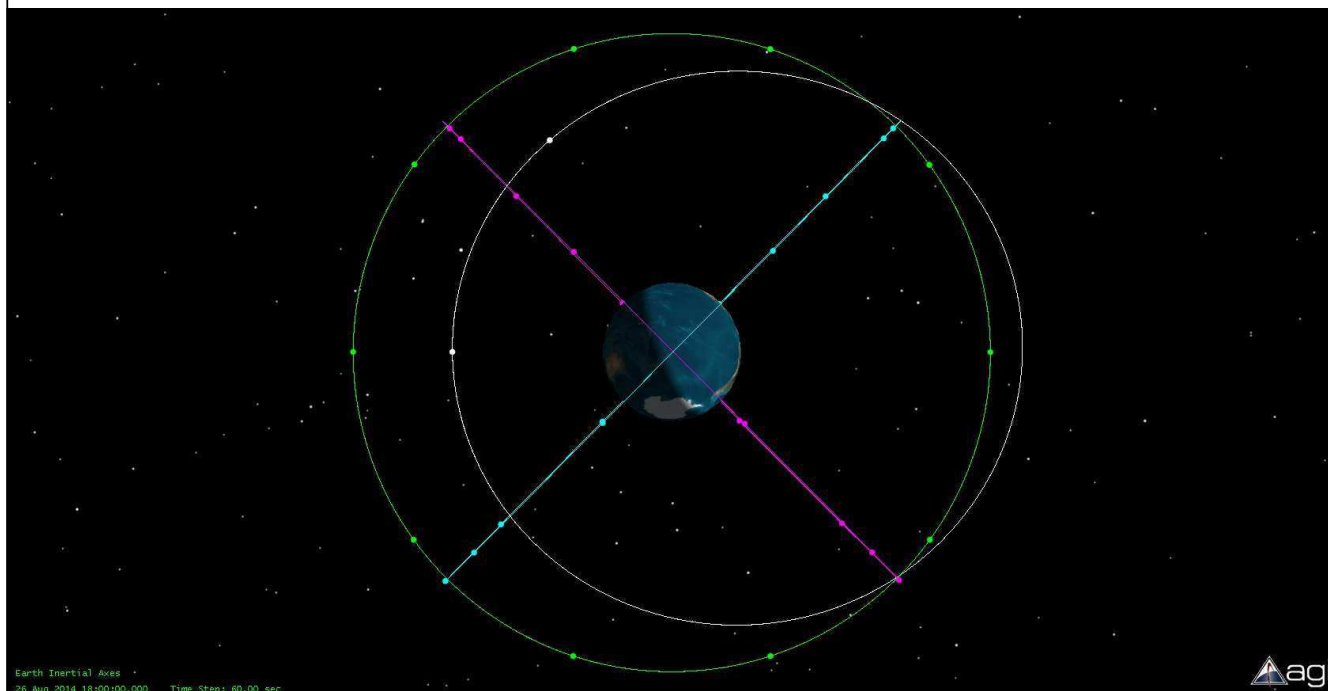
## Težave pri izstrelitvi operativnih Galileo satelitov GSAT0201 in GSAT0202

- ESA je do leta 2012 izstrelila in uspešno v tirnico umestila štiri satelite navigacijskega sistema Galileo. Po načrtih naj bi do konca leta 2014 bilo v orbiti že osem satelitov, vendar je ponesrečena umestitev dveh satelitov 22. avgusta 2014 nekoliko spremenila nadaljnji terminski plan. Peti GSAT0201 in šesti satelit GSAT0202 sta zaradi strojnih težav raketne stopnje Fregat nosilne rakete Sojuz-2 končala v popolnoma drugačnih tirnicah (preglednica 3). Poročilo ESA iz oktobra 2014 navaja napačno delovanje izstrelitvenih modulov zaradi zmrzovanja hidrazina, anorganske kemijske spojine za raketno gorivo.
- Satelita (NORAD ID 40128), GSAT0201 (PRN E18) in (NORAD ID 40129), GSAT0203 (PRN E14). Osnovni Keplerjevi elementi in nepravilne tirnice satelitov:

Keplerjev element	načrtovan	napačen
velika polos $a$	29.900 km	26.200 km
ekscentriciteta $e$	$\approx 0$	0,23053
naklon $i$	55°	47°

# Prava in predvidena tirnica

---



## Poprava tirnic Galileo satelitov GSAT0201 in GSAT0202

---

- V novembru leta 2014 so strokovnjaki iz nadzornega centra Galileo v Oberpfaffenhofnu, Nemčija, izvedli enajst nadzorovanih umestitev (manevrov) in končno jim je satelit GSAT0201 uspelo umestiti v novo tirnico. Višino perigeja so povišali na 17.230 km in ekscentriciteto zmanjšali na 0,15619. S tem so omogočili boljšo orientacijo glavne antene, da je ta vseskozi obrnjena proti Zemlji. Z aktivnim oddajanjem signala so začeli testno spremljati satelit v evropskih kontrolnih postajah. Prvi navigacijski testi s signalom satelita GSAT0201 so pokazali precej dobre rezultate. Pri tem so sporočili, da imajo komercialni sprejemniki GNSS lahko težave s sprejemom signala z omenjenega satelita. Vzrok je s podatki iz navigacijskega sporočila neusklajena tirnica, kar povzroča daljši čas iskanja satelita.
- Marca leta 2015. so podoben postopek naredili tudi za satelit GSAT0202. Izkazalo se je, da ponesrečena umestitev satelitov ni v tolikšni meri zavrla procesa nadaljnjih izstrelitev satelitov Galileo.
- Tako so 27. marca 2015 uspešno izstrelili nova satelita GSAT0203 z imenom Adam in GSAT0204 z imenom Anastasia. Tudi tokrat je ESA uporabila rusko nosilno raketo Sojuz (ESA, URL 6). Pričakujemo, da bosta satelita kmalu postala popolnoma operativna.