

# Sa Shuttle-om kroz MPT u nastavi

Damir Preksavec  
Centar odgoja i obrazovanja  
Mali Lošinj, ožujak 2023.



- Space Shuttle bio je osmišljen prije pola stoljeća i donio je veliki napredak u čovjekovom pokušaju za osvajanjem svemira
- Izgledao je revolucionarno
- To je prva letjelica koja se mogla koristiti više puta i donijela je novo razdoblje putovanja u svemir
- Putuje brzinom od 28 000 km/h

*Ali platili smo cijenu za guranje tehnologije do krajnjih granica!*

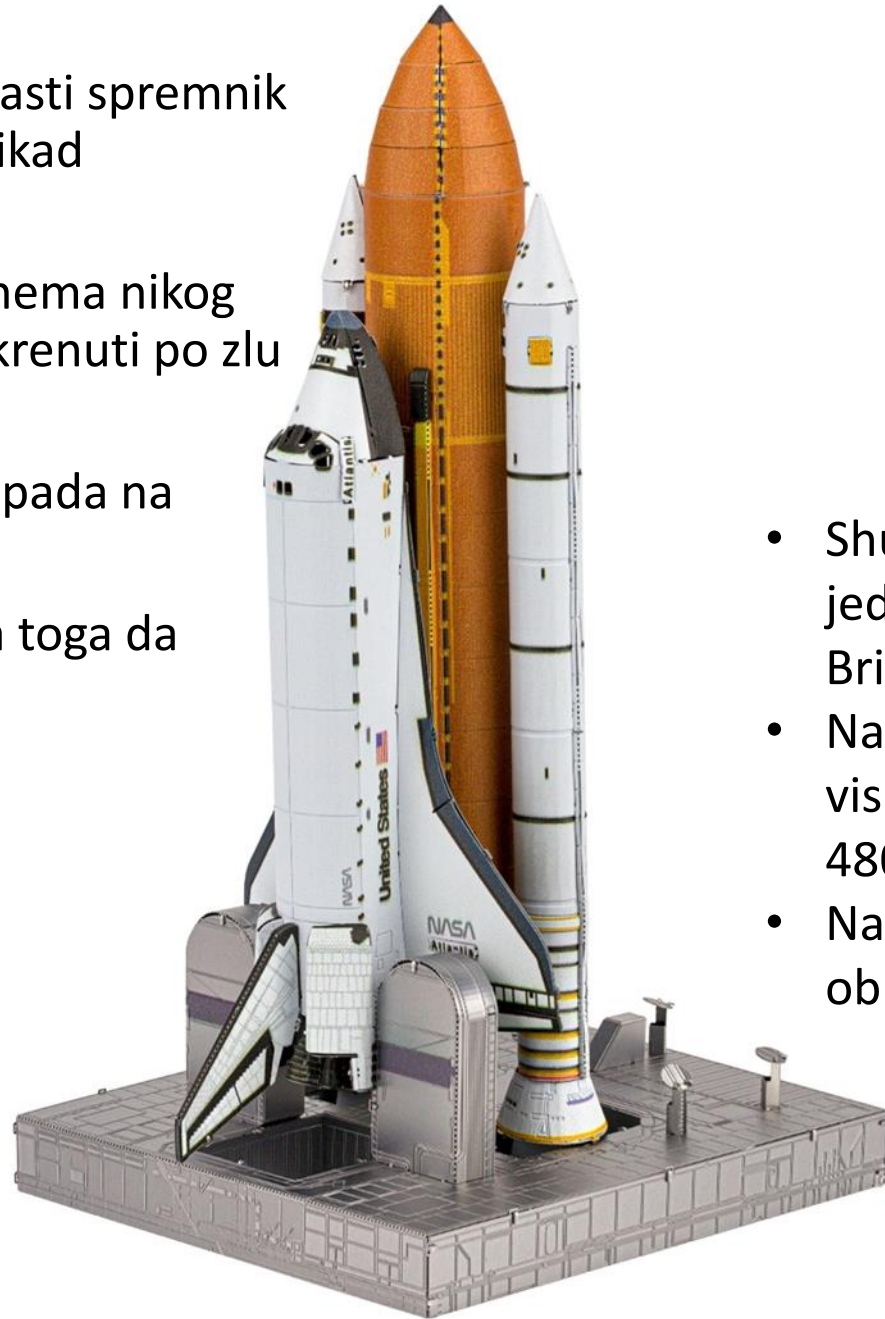
- Bez Shuttle-a ne bismo imali Međunarodnu Svemirsku postaju, ali bilo je i puno tajnih vojnih misija
- Shuttle može otići u svemir i po povratku sletjeti kao zrakoplov
- NASA-ina flota od pet Shuttle-ova je od 1981. odletjela u orbitu i vratila se natrag više od 130 puta
- U svemiru su prešli više od 864 milijuna km



Tehnologija koja omogućava let u svemir i povratak još je uvijek jedno od najvećih inženjerskih postignuća.



- Shuttle je spojen za ogromni narančasti spremnik s gorivom i dvije od najvećih raketa ikad napravljenih
- Prilikom lansiranja u krugu od 5km nema nikog osim NASA-e jer mnogo toga može krenuti po zlu u tom trenutku
- Shuttle je težak 2000 tona, a 85% otpada na gorivo
- Potrebna je eksplozivna snaga svega toga da dođe u svemir



- Shuttle proizvodi toliko energije da bi jedan dan mogao osvjetljivati Britaniju
- Nakon samo 2 minute Shuttle je na visini od 45 km i leti brzinom od 4800 km/h i odbacuje raketu
- Na toj visini nebo više nije plavo s oblacima nego crno



- Glavni motori vode ga još brže kroz gornje slojeve atmosfere kako bi došao do brzine od 25 maha (25 puta brže od zvuka)
- To je brzina koju Shuttle treba da bi letio oko Zemlje i ne vratio se dolje
- Astronauti su tada u bestežinskom stanju
- Zasuni eksplodiraju i otpuste prazan spremnik za gorivo
- Shuttle je za samo 8 i pol minuta stigao u Svemir i tako završava najtresniji dio misije

Shuttle-ovi u orbiti mogu više toga:

- Imaju veliko skladište (veće od najvećeg autobusa) pa mogu nositi i velike satelite u orbitu
- Mogu graditi Međunarodnu svemirsku postaju
- Ima mjesta za 8 astronauta pa je u svemiru bilo: znanstvenika, inženjera, doktora,...i tako smo naučili mnogo o znanosti u svemiru



- Shuttle putuje 9 puta brže od metka kada ulazi u atmosferu i stvara udarni val od  $9000^{\circ}\text{C}$  pa zrak izgleda kao da gori
- Trenje stvara toliku toplinu da Shuttle počinje svijetliti
- Njegov vanjski plašt otporan je na temperaturu koja dođe do  $1650^{\circ}\text{C}$ , što je 4 puta više od točke na kojoj se tali metalni okvir

Shuttle se oslanja samo na trenje zraka koje je potrebno za njegovo usporavanje. Treba mu 30 minuta da dođe do mjesta za slijetanje. Gorivo je potrošeno u svemiru pa su krila Shuttle-a to što ga dovodi kući. To je ogroman komad metala od 115t koji nema motore.

Dobijete samo jednu priliku da sletite i pritom udara u pistu brzinom od oko 360 km/h, a zaustavlja ga padobran.





- Ovo postignuće izrade Shuttle-a imalo je i svoju cijenu
  - Tijekom 30 godina na njih se potrošilo 209 milijardi \$
  - Usporedbe radi- program Apollo 1969.g. koštao je 25 milijardi \$ što bi danas bilo 20 puta više
- 
- Vojni zahtjevi odlučili su o veličini i izgledu Shuttle-a
  - Imao je široko tijelo kako bi prenio veliki vojni špijunski satelit dug 18m
- 
- Da bi pomogli pilotima NASA je smislila revolucionarni računalni sustav koji je po današnjim standardima vrlo jednostavan i imao je memoriju od 257kB



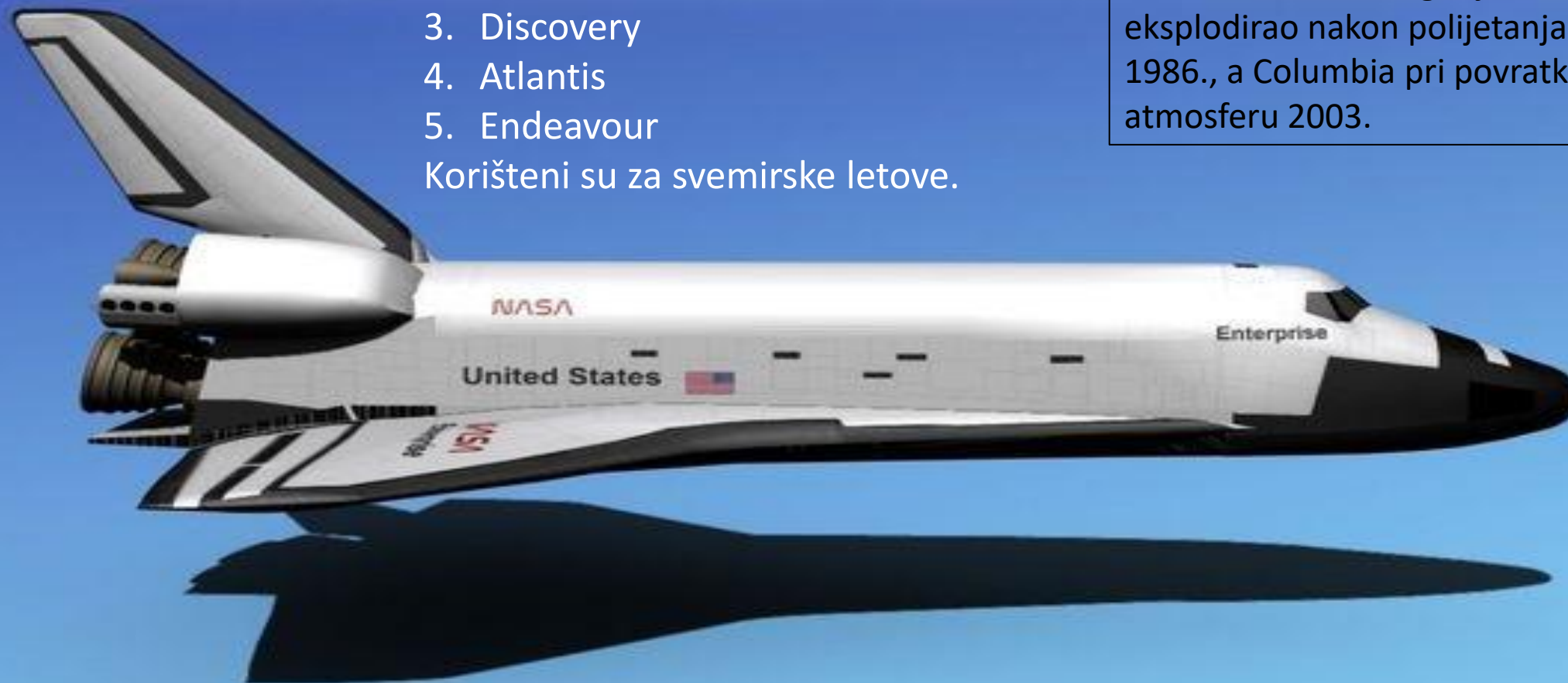
Prvi Shuttle zvao se Enterprise, koji nije izrađen za svemirski let, nego se koristio samo za testiranje

Preostalih pet:

1. Columbia
2. Challenger
3. Discovery
4. Atlantis
5. Endeavour

Korišteni su za svemirske letove.

Dvije letjelice izgubljene su u nesrećama: Challenger je eksplodirao nakon polijetanja 1986., a Columbia pri povratku u atmosferu 2003.





- Trebalo je napraviti raketne motore koji su morali stvarati snagu kao 200 000 automobila
- NASA-i je trebalo 10 godina da usavrši motore, ali je najteže bilo postići da se Shuttle ne rastopi pri povratku
- Zato je NASA napravila ploče od silika
- Međutim, javio se problem kako pričvrstiti te ploče pa su otkrili da je najbolje slijepiti ih ljepilom

Početak travnja 1981. Columbia se pripremala za svoj prvi let. 12.travnja poletjela je u svemir na svoj prvi let s astronautima. Sve je ovisilo o uspjehu ove misije. Da je nešto krenulo po zlu bio bi to kraj programa Shuttle.



- Shuttle-ovima su poslani sateliti za navigaciju (GPS), satelitska televizija, mobiteli,..
- Nakon svakog leta NASA-ini inženjeri morali su zamijeniti 740 važnih dijelova



- Nakon više uzastopnih lansiranja NASA je shvatila da ljudima to više nije vrlo uzbudljivo pratiti i znala je da mora vratiti podršku javnosti kako bi kongres nastavio davati novac.
- Tako su smislili odvažan plan. Poslat će učitelja u svemir i to će se predavanje prenositi uživo u svim učionicama Amerike.

- NASA je htjela da drugi ljudi u svijetu shvate da je svemir za sve
- Prijavilo se 11 000 učitelja, a 10 je došlo na uži popis
- Izabrali su Christu McAuliffe iz New Hampshire-a, majku dvoje male djece





28. siječnja 1986. temperatura na lansirnom tornju pala je na minus 6°C i na lansirnom tornju se napravio led. Inženjeri su se bojali da bi led mogao oštetiti krhki toplinski štiti. Bojali su se da će, zbog hladnoće, iz raketa iscuriti gorivo koje je vrlo eksplozivno.

U 11:30 sati svijet je došao gledati kako Christa McAuliffe postaje prvi običan građanin u svemiru u 25. misiji Shuttle-a

- Svatko tko sjedi na raketi, a nije malo zabrinut ili uplašen, onda ne razumije što se događa.
- Nakon 30 sekundi Challenger je 3,2 km iznad Floride, a u 73. sekundi Challenger eksplodira

<https://www.youtube.com/watch?v=rUqPMMgfJ4Q>







Nažalost, ignoriranje inženjera da Shuttle ne poleti rezultiralo je najvećom katastrofom. NASA je mogla i trebala slušati. Dogodilo se nešto što su ljudi predvidjeli.

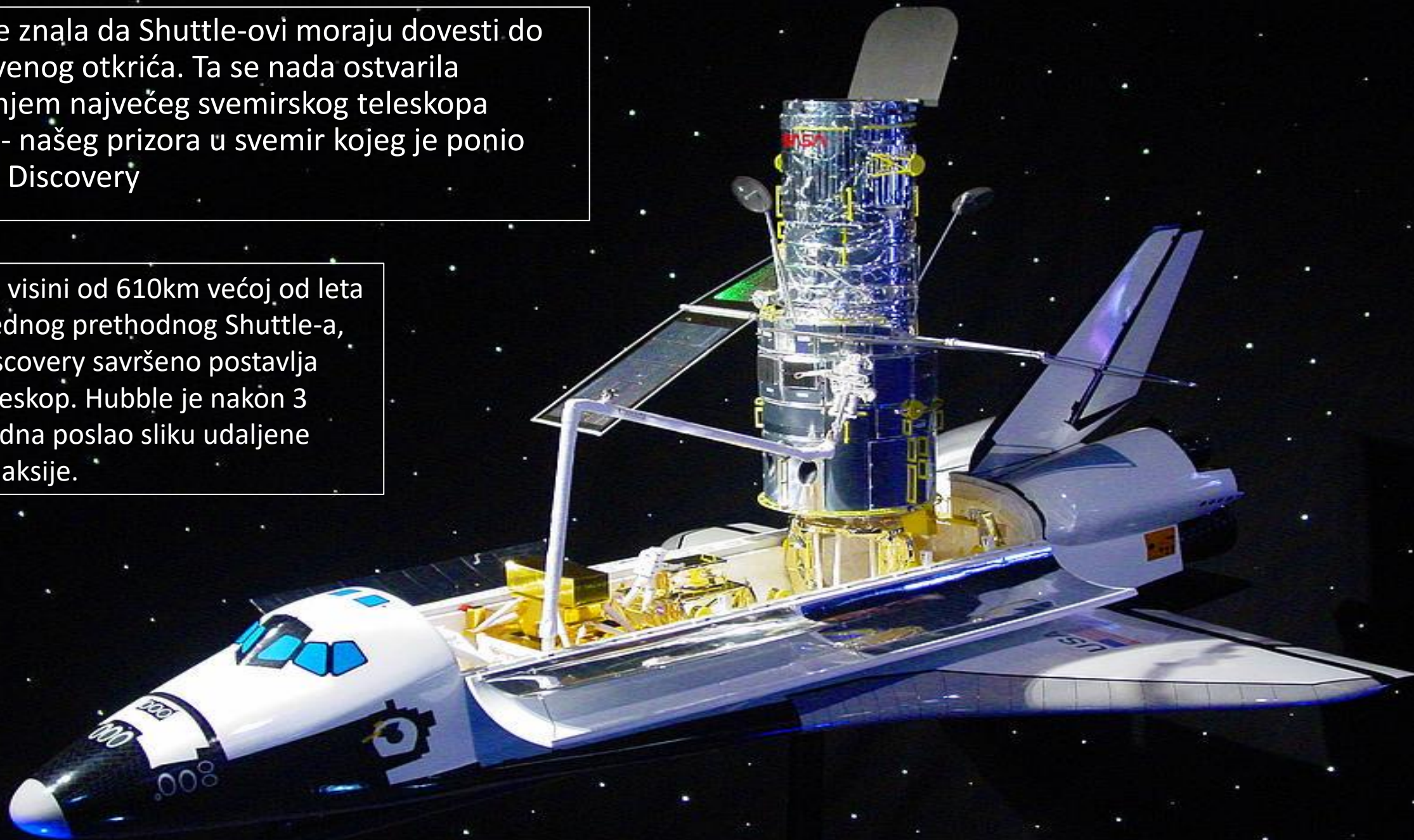


Roditelji Christe McAuliffe u trenutku eksplozije

- 8000 km dalje od Floride pripremao se u najvećoj tajnosti ruski Shuttle koji je bio vrlo istovjetan NASA-inom, a zvali su ga Buran (mećava)
- Lansirali su ga 15. studenog 1988., a NASA-ini inženjeri shvatili su da je bolji od njihovog jer nije imao članove posade
- Buran-om se upravljalo na daljinu i mogao je ponijeti više tereta od NASA-inog Shuttle-a

NASA je znala da Shuttle-ovi moraju dovesti do znanstvenog otkrića. Ta se nada ostvarila lansiranjem najvećeg svemirskog teleskopa Hubble- našeg prizora u svemir kojeg je ponio Shuttle Discovery

Na visini od 610km većoj od leta i jednog prethodnog Shuttle-a, Discovery savršeno postavlja teleskop. Hubble je nakon 3 tjedna poslao sliku udaljene galaksije.



- I opet glupa greška- nešto što su mogli i morali provjeriti- teleskop ne može izoštriti sliku- kratkovidan je!
- Teleskop vrijedan 1,5 milijardi dolara mora se popraviti netom nakon lansiranja, a popravak će biti najsloženija misija u povijesti NASA-e.
- Za popravak je odabrano sedam najiskusnijih astronauta.





- Misija je predvidjela 5-6 šetnja svemirom složenijih od svega što je NASA do tad pokušala.
- Napokon, 3 godine nakon lansiranja Hubble-a, 2.prosinca 1993, astronauti su bili spremni za 11-dnevnu misiju popravka
- Pri brzini od 28 000 km/h Shuttle je trebao teleskopskom rukom uhvatiti teleskop
- Nakon svih popravaka, astronauti nisu mogli zatvoriti vrata teleskopa koja štite svu elektroniku od ekstremnih svemirskih uvjeta

- Na koncu su vrata teleskopa zatvorili uz pomoć remena s hlača
- Najsloženija misija Shuttle-a završila je uspjehom
- Popravak je koštao još 1 milijardu dolara



Međunarodna svemirska postaja poznata i kao ISS

- Amerika je sa 16 drugih zemalja, uključujući Rusiju, Japan, Britaniju, podijelila trošak od 150 milijardi \$
- Postaju su izgradili u dijelovima, a Shuttlovi odnijeli u orbitu
- Bez Space Shuttle-a ne bi bilo ni ISS-a
- 2011. zadnji let Atlantis-a dovršio je ISS



*ZA VELIKE STVARI  
MORATE PREUZETI I RIZIK!*

# MPT

- Fizika-  $28\,000\text{ km/h} = 7\,777\text{ m/s}$ ; masa- 2000 t
- Tehnologija
- Matematika- % račun 2000 t- 85% goriva
- Raketni motori
- Energija
- Mah- brzina zvuka
- Zasuni, ventili
- Trenje
- Udarni valovi
- Termodinamika- temperatura
- Svjetlost
- Tehnički materijali- temperature taljenja metala
- Dinamika- ubrzano gibanje; usporeno gibanje



- Povijest- hladni rat
- Ekonomija- inflacija
- Računalstvo- memorija
- Snaga
- Tehnike ljepljenja
- Učitelj u svemiru
- Brtve i brtvila
- Kopiranje- intelektualno vlasništvo- prijevare u tehničari
- Popravci u tehničari
- Kako djelovati u stresnim situacijama-  
JAČANJE OTPORNOSTI DJECE NA STRES
- 16 zemalja- ISS- timski rad



# ŠTO SU UČENICI NAUČILI?

Ustrajnost

Točnost

Upornost

Preciznost

Dosljednost

Organiziranost

Odlučnost

Hrabrost  
i jakost

Vjera u ishod

Pouzdanost

Želja za  
istraživanjem

Timski rad

Strpljivost

Ambicija

