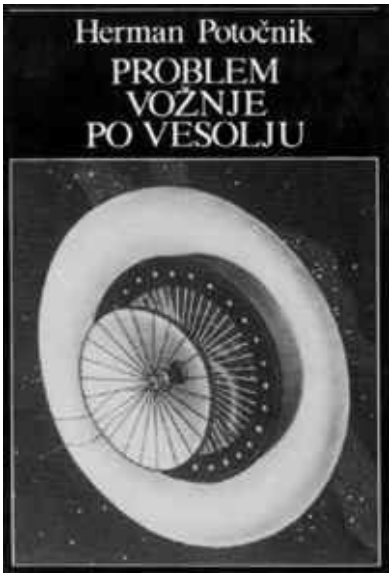
Od Hermana Potočnika-Noordunga do modernih satelitov

UVOD

Kdo je bil Herman Potočnik-Noordung?

Herman Potočnik Noordung se je rodil 22. decembra 1892 v Pulju na Hrvaškem. Tam je namreč služboval njegov oče, Jožef Potočnik, ki je bil mornariški štabni častnik. Po očetovi strani je bil Herman Potočnik iz Slovenj Gradca. Njegova mati, Marija Kokošinek je bila rojena v Mariboru, njena družina pa izhaja iz Vitanja. Oče Jožef Potočnik je umrl, ko je bilo Hermanu le dve leti. Iz Pulja se je z materjo vrnil najprej v Vitanje, nato pa je večji del otroštva preživel v Mariboru. Po končani realki v Mariboru je nadaljeval šolanje na vojaški tehniški akademiji v Mödlingu. Akademijo je zaključil kot strokovnjak za jeklene konstrukcijske objekte s činom poročnika.
Kmalu po končani šoli je moral Herman Potočnik na fronto, saj se začela 1. svetovna vojna. Bojno polje je zapustil z neozdravljivo tuberkulozo pljuč. Po končani vojni je bil invalidsko upokojen kot stotnik in je na Dunaju pričel študirati strojništvo in elektrotehniko. Leta 1925 je študij uspešno zaključil. V svojih nadaljnjih raziskavah se je nato posebej osredotočil na raketno tehnologijo, kar je bilo v veliki meri posledica njegovega sodelovanja v univerzitetni skupini, ki se je ukvarjala z letalsko tehniko in imela tudi svoj raketni oddelek.



Herman Potočnik je umrl zelo zgodaj in v veliki revščini, v sedemintridesetem letu starosti, 27. avgusta 1929 na Dunaju. Malo pred njegovo smrtjo je v nemščini izšla njegova edina knjiga “Problem vožnje po vesolju”. Omenjena knjiga je izšla leta 1929 v Berlinu pod njegovim psevdonimom Noordung. Za izid knjige pri založbi Schmidt v Berlinu je bila pomembna zveza s Hermannom Oberthom, ki tako kot Potočnik velja za pionirja vesoljskih poletov. Njegova knjiga je bila kmalu prevedena tudi v ruščino, pozneje v angleščino, v slovenščino pa šele leta 1986.

Potočnikova knjiga je vzbudila zasluženo pozornost šele trideset let pozneje, ko je sprva nemški, kasneje pa ameriški raketni strokovnjak dr. Wernher von Braun, ki je leta 1958 vodil izstrelitev prvega umetnega (ameriškega) satelita, o njej zapisal, da je bila “učbenik graditeljem vesoljskih vozil”. Potočnika je hkrati uvrstil “med pionirje, ki so prispevali velik delež k realizaciji vesoljskega programa”.

Slavni konstruktor poznejših raketnih izstrelkov v vesolje dr. Werner von Braun je Noordungovo delo komentiral z naslednjimi besedami: “Oddaljenost geostacionarne točke v vesolju od Zemlje je leta 1929 z zavidljivo natančnostjo določil stotnik avstrijske vojske Herman Potočnik”, ter dodal: “Njegova knjiga je bila zgodovinska prelomnica v svetovni vesoljski raketni tehnologiji”.

Potočnik je pisal o izstrelitvi, poletu in vrnitvi vesoljskih raket. Natančno je analiziral raketo kot vesoljsko gonilo, njeno učinkovitost in njeno delovanje v posameznih fazah poleta. Napovedal je uporabo vesoljske tehnike v vsakdanjem življenju na Zemlji, hkrati pa je tudi svaril pred možnostmi njene zlorabe v vojne namene.

Prav tako je obravnaval probleme človekovega bivanja v vesolju in ponudil tehnične rešitve teh težav. Ameriški geostacionarni telekomunikacijski satelit SYNCOM je leta 1963 zavzel natančno isti položaj, kot ga je izračunal že Herman Noordung. Napovedal je polete vsaj na bližnje planete našega osončja in potrebo po razvoju novih tehnologij z jedrskim ali fotonskim pogonom. Herman Potočnik je tudi načrtoval naprave za trajnejše bivanje ljudi zunaj zemeljske atmosfere in težnosti.

1. DEL	
Tema	Priprava na potovanje po vesolju
Predmeti	Naravoslovje, matematika
Stopnja	★
Cilji	Dijaki spoznajo, kakšen je vpliv vesolja na človeško telo.
Kompetence	Naravoslovje: snovanje vaj za hitrost, boljšo koordinacijo in gibčnost kot pripravo na potovanje po vesolju Matematika: računanje povprečij
Trajanje	100’
Viri/ pripomočki	Stožci, papir in pisalo, peščene ure; oprema, prilagojena zamislim dijakov

TELESNA PRIPRAVLJENOST ASTRONAVTOV

Kdor želi potovati v vesolje, mora imeti močne kosti in mišice. Poleg tega potrebuje še veliko vzdržljivosti in dobro koordinacijo. Astronavti morajo v vesolju opravljati naloge, za katere je nujna odlična telesna pripravljenost. V brezteže nostnem okolju kosti in mišice oslabijo. Tako pri pripravi kot tudi med samim potovanjem po vesolju morajo astronavti vzdrževati telesno pripravljenost tako, da izvajajo posebne vaje.

Naloga 1

Ko se astronavti vrnejo iz vesolja, imajo težave z ravnotežjem in težko nadzorujejo svoje telo. Razdelite se v skupine po tri in naredite progo za agility, s pomočjo katere boste merili svoje ravnotežje, hitrost in gibčnost. Na površini 10 m x 5 m postavite deset stožcev. Zarišite progo z vsemi zavoji, obrati in aktivnostmi.

Naloga 2

Primerjajte proge in izberite najboljšo. Na progi se preizkusite vsi. Začnete na tleh, z obrazom proti tlom. Skočite pokonci in dokončate progo kar najhitreje morete. Vsak dotik stožca se kaznuje. Rezultate predstavite v obliki diagrama, ki je lahko stolpični ali tortni.

Kdo je uspešno prestal ta prvi preizkus za astronavte?

Poleg močnih kosti in mišic astronavti potrebujejo še odlično koordinacijo, gibčnost ter usklajenost rok in oči. To lahko vadite s sestavljankami, izdelovanjem modelov oziroma maket, sestavljanjem stvari… Razen omenjenega morajo astronavti imeti tudi močan ekipni duh.

Naloga 3

Izmisli si vajo, s katero boš vadil gibčnost in usklajenost rok in oči. Upoštevaj, da bo vajo potrebno izvajati z debelimi rokavicami.

Natančno opiši vajo, tako da dodatna pojasnila ne bodo potrebna.

Izvajanje vaje ne sme trajati več kot 4 minute brez rokavic.

Naloga 4

Vsaka skupina naj dobi eno od vaj iz Naloge 3.

Skupine bodo morale izvajati to vajo, poleg tega pa še teči štafeto, kot je opisano spodaj.

Vsi člani skupine so na eni strani 5m dolge proge. Prvi član skupine mora priti na nasprotno stran tako, da hodi po opekah. Skupina ima na voljo samo 3 opeke, zato jih bo vsak moral vsakič premakniti. Če član ekipe stopi na tla, je zanj preizkus končan. Če kljub temu pride na nasprotno stran, mora uporabiti peščeno uro. V času, ko pesek teče, lahko član ekipe nadaljuje, a mora nositi debele rokavice. Vaja ne bo končana, če pesek v tem času že neha teči. Tekmovalec steče nazaj na drugo stran, s seboj pa mora vzeti opeke.

Nato drugi in tretji član naredita enako. Ekipa nadaljuje s štafeto, dokler ne konča vaje.

Katere ekipe so pripravljene, da postanejo astronavti?

TELESNA DOLŽINA (VIŠINA) IN VESOLJSKA POSTAJA

Ali si vedel, da se telesna dolžina vesoljskega popotnika prve tri dni potovanja po vesolju spreminja? NASA je raziskala ta pojav in ugotovila, da se bo dolžina telesa astronavta v prvih treh dneh v breztežnosti povprečno spremenila za 3%. To ima pri pripravah na potovanje v vesolje veliko posledic.

Ko se spremeni telesna dolžina, se spremeni tudi položaj sedenja, raven oči, raven ramen itd. Nenadoma so astronavtove roke bolj oddaljene od tal, hkrati pa lahko doseže višje. Pri izdelavi vesoljske opreme, vesoljskih oblek, … je potrebno to upoštevati.

Naloga 5

Ali si vedel, da se lahko telesna dolžina spreminja tudi na Zemlji?

Pet dni si boš meril dolžino telesa, noge in roke zjutraj (takoj ko vstaneš) in zvečer.

	Dolžina telesa zjutraj	Dolžina telesa zvečer
Ponedeljek		
Torek		
Sreda		
Četrtek		
Petek		
	Dolžina roke zjutraj	Dolžina roke zvečer
Ponedeljek		
Torek		
Sreda		
Četrtek		
Petek		
	Dolžina noge zjutraj	Dolžina noge zvečer
Ponedeljek		
Torek		
Sreda		
Četrtek		
Petek		

Dobljene podatke uporabi za izračun povprečne dolžine telesa, roke in noge.

Povprečna dolžina telesa	Povprečna dolžina roke	Povprečna dolžina noge

Če veš, da boš v brezteženostnem stanju zrasel za 3%, izračunaj povprečno dolžino svojega telesa, roke in noge v vesolju.

Povprečna dolžina telesa (v vesolju)	Povprečna dolžina roke (v vesolju)	Povprečna dolžina noge (v vesolju)

2. DEL	
Tema	Izstrelitev rakete
Predmeti	Naravoslovje, tehnologija, inženirstvo, matematika
Stopnja	★★
Cilji	Dijaki poznajo vzmeti in njihovo silo, značilnosti rakete in parametre izstrelitve. Naučijo se, kako uporabiti virtualne simulacije v realnih razmerah z izračunavanjem in prilagajanjem različnih parametrov.
Kompetence	Naravoslovje: merjenje in računanje sile vzmeti / opazovanje parametrov letenja med izstrelitvijo rakete. Tehnologija: delo z aplikacijo, ki simulira izstrelitev rakete Inženirstvo: izgradnja rakete, lansirne naprave (lanserja) in izstrelitvene ploščadi ter proučevanje značilnosti rakete Matematika: izračun povprečij / ugotavljanje povezave med začetnim kotom in prepotovano razdaljo
Trajanje	180 minut
Viri/ pripomočki	cev (plastična/kartonska), vzmet, pokrov za vstavitev in zapiranje cevi, vrv, bombažna vata, material za izdelavo “raket”, 2 deski za izdelavo izstrelitvene ploščadi, tečaj, oprema za merjenje kotov, oprema za merjenje razdalje, prenosni računalnik, tablični računalnik ali telefon za zagon aplikacije

IZSTRELITEV RAKETE

Kako izstrelimo raketo?

Raketo lahko izstrelimo na več načinov. Lahko bi uporabili kemijsko reakcijo ali morda zračno tlačno črpalko. V tem delu želimo na zelo enostaven način proučiti postopek izstrelitve z uporabo vzmeti.

Naloga 1

V prvi nalogi želimo izmeriti silo vzmeti. Zato uporabljamo prožno vzmet.

Izmeri dolžino vzmeti : cm

Raztegni vzmet s pomočjo tehtnice za prtljago in izmeri dolžino podaljšane vzmeti: cm

Preberi, kolikšna je masa, ki si jo povlekel na tehtnici za prtljago: kg

Meritve ponovi trikrat. Vsakič uporabi drugačno silo.

Dolžina vzmeti l(cm)	Raztezek vzmeti Δ l(cm)	Masa m(kg)	Sila vzmeti F(N) = m x 10(N)

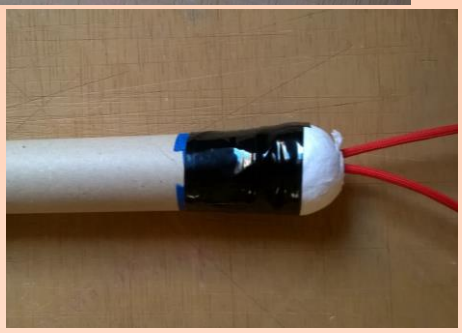
Prožnostni koeficient k je premo sorazmeren s silo vzmeti.

Prožnostni koeficient k = sila vzmeti, deljena z raztezkom vzmeti v **metrih**

	Prožnostni koeficient k
Meritev 1	
Meritev 2	
Meritev 3	
Povprečje	

Naloga 2

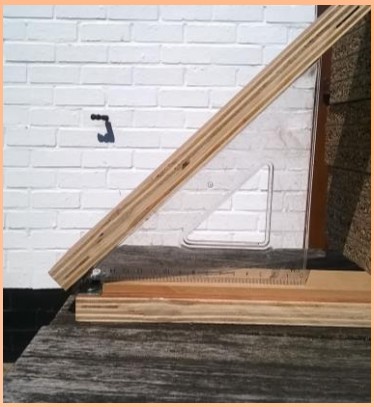
Izdelaj lansirno napravo (lanser) iz plastične ali kartonske cevi, prožne vzmeti (25 cm), močne vrvi, pokrova za vstavitev in zapiranje cevi, bombažne kroglice in močnega lepilnega traku. Skušaj uporabiti cev, katere premer se bo čim bolj ujemal s premerom vzmeti.



Celotno notranjo konstrukcijo vstavi v cev, kot je prikazano na sliki. Pred tem nanesi nekaj lepila na robove pokrova, tako da se bo prilepil na cev.

Če to ni mogoče, uporabi lepilni trak, kot je razvidno iz fotografije. Na pokrov lahko pritrdiš nekaj vate, da bo izstrelitev varnejša. Vse trdno zlepi. Tvoja lansirna naprava je pripravljena.

Izdelaj izstrelitveno ploščad s pomočjo dveh desk in tečaja.



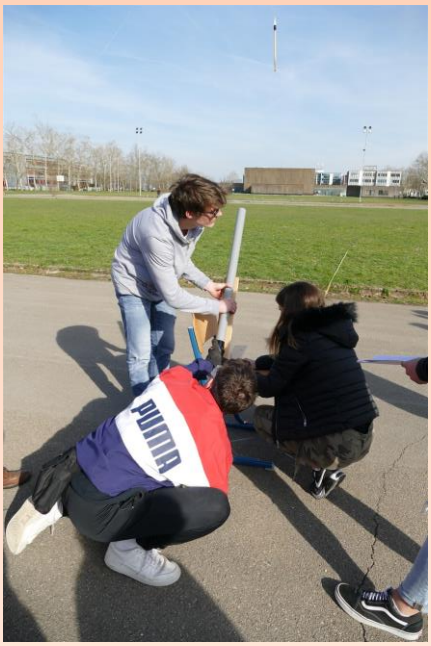
Izdelaj raketo, ki naj ne bo daljša od 25 cm. Preveri, ali se prilega cevi.

Kateri vidik je lahko pomemben pri izdelavi rakete?

repna krila

zašiljena konica

Poizkusi izstreliti rakete, ki si jih izdelal sam. Če imaš morda kakšno zamisel, ki bi vse to še izboljšala, jo predstavi ostalim.



Naloga 3

Pri tej nalogi skušamo ugotoviti, katere značilnosti rakete so pomembne pri izstrelitvi. V tem primeru bi morali imeti tri različne predhodno izdelane rakete.

Izdelaj dve raketi z enako obliko in maso. V eni od raket naj bo večina mase blizu vrha rakete. V drugi naj bo postavljena bliže zadnjega dela rakete. Prav tako naredi raketo, ki bo imela enako konico kot drugi dve, le da bo krajša.

Izstreli vse tri rakete. Kaj opaziš? Katera je najboljša in zakaj je temu tako?

Kateri vidiki so pri izdelavi rakete torej pomembni?

dolžina telesa rakete

težišče naj bo pomaknjeno proti vrhu rakete

Naloga 4

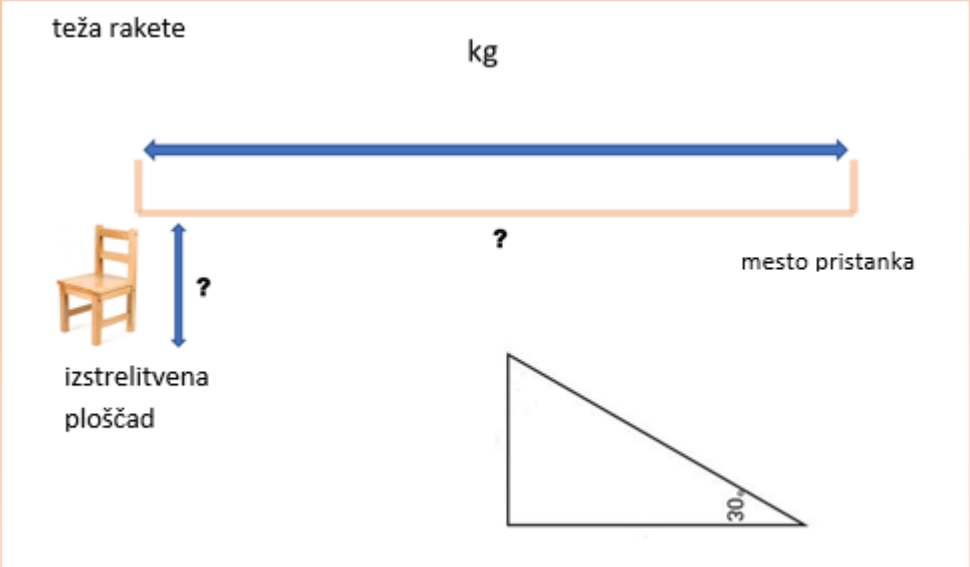
Pri tej nalogi skušamo ugotoviti, kako pomemben je kot, pod katerim bomo izstrelili našo raketo. Kroglo oziroma raketo izstreli pod koti 30°, 45° in 60°, in večkrat ponovi postopek.

Kaj opaziš? Raketa leti najdlje pod kotom 45°. Rakete, ki jih izstrelimo pod kotoma 30°in 60°, pa letijo približno enako daleč.

Naloga 5

Pri tej nalogi poskušamo določiti prožnostni koeficient vzmeti v naši lansirni napravi. Predmet izstreli pod kotom 30°. To nekajkrat ponovi ter izračunaj povprečno razdaljo med izstrelitveno ploščadjo in mestom pristanka rakete. Pazi na to, da boš vsakič uporabil enako silo. To lahko storiš tako, da ob vsaki izstrelitvi izmeriš raztezek oz. podaljšanje vrvi, ko povlečeš vzmet.

Dopolni spodnjo risbo.



Δ l(cm) = raztezek vrvi =

Vnesi vse znane vrednosti v spodnjo aplikacijo in izstreli raketo v aplikaciji.

http://seilias.gr/erasmus/html5/projectileMotionSpring2.html

Katero vrednost si izbral za vnos prožnostnega koeficienta?

Kako daleč je letela raketa v aplikaciji?

Prilagodi prožnostni koeficient v aplikaciji, da se bo ujemal (v x) z razdaljo, ki si jo dosegel pri dejanskih izstrelitvah.

Koliko torej znaša prožnostni koeficient?

Naloga 6

Malce bomo eksperimentirali z aplikacijo, da bi proučili vpliv spremenljivih parametrov. Uporabimo prožnostni koeficient iz prejšnje vaje.

Dopolni spodnje trditve:

Višja kot je izstrelitvena ploščad, …… bo mesto pristanka.

Večja kot je sila lansirne naprave (večji Δl), …… bo mesto pristanka.

Izstreli predmet s tal (H = 0 m), in spremeni kot. Izpolni spodnjo tabelo.

Kot (°)	Razdalja do mesta pristanka
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	
65	

Kaj opaziš?

Poišči podatek, koliko znaša težnost na Luni in Marsu, in izpolni spodnjo tabelo.

Nato ponovi izstrelitev s prilagojenimi vrednostmi težnosti.

	Težnost	Razdalja do mesta pristanka
Na Zemlji		
Na Luni		
Na Marsu		

Večja kot je težnost, …….. razdalja do mesta pristanka.

Naloga 7

Misija: Uporabi lansirno napravo za izstrelitev rakete v razdalji …… m.

V tej nalogi boš moral raketo izstreliti v tarčo. Učitelj se bo odločil, kako daleč bo tarča od mesta izstrelitve. S pomočjo aplikacije boš moral ugotoviti, kako naravnati svoj izstrelitveni sistem, da boš zadel tarčo.

Najprej opravi poskus v aplikaciji, da si boš bolje predstavljal, kako lahko to izvedeš v realnih pogojih.

Katere tri parameter lahko spremeniš?

- višino izstrelitvene ploščadi

- kot, pod katerim izstreliš raketo

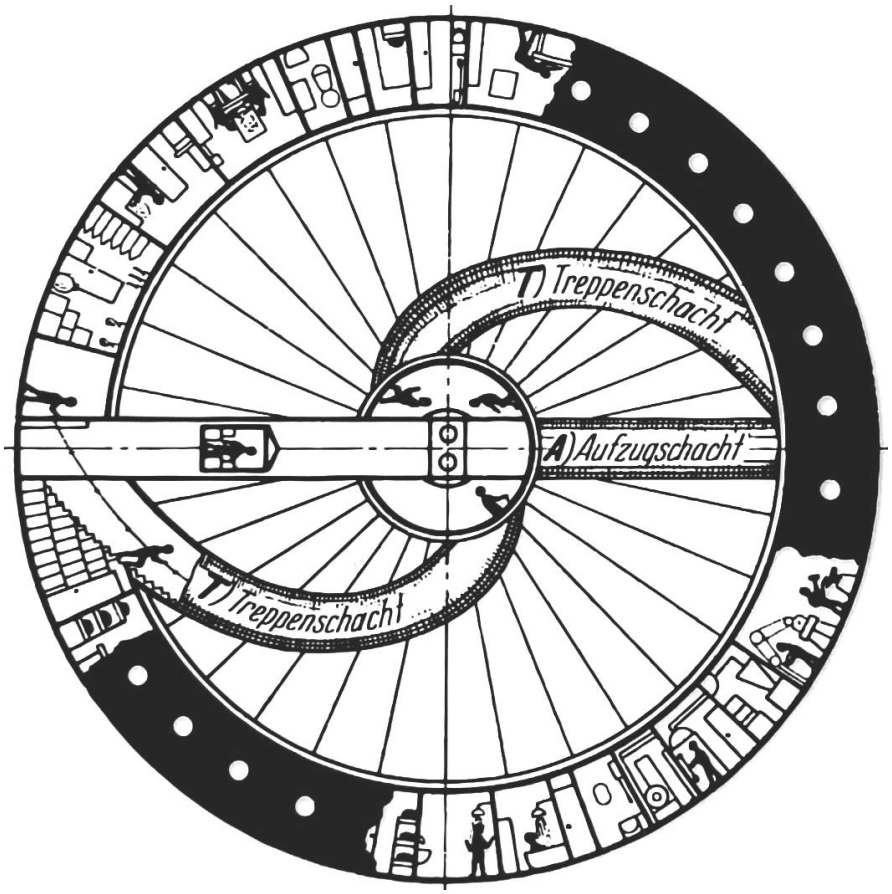
- silo, s katero izstreliš raketo

Zdaj pripravi dejansko izstrelitveno ploščad, uporabi pravo silo in preveri, če si uspel.

3.DEL	
Tema	Življenje v vesolju
Predmeti	Naravoslovje, inženirstvo, umetnost, matematika
Stopnja	★★
Cilji	Dijaki poznajo vse vidike življenja v omejenem življenjskem prostoru pri normalni težnosti.
Kompetence	Naravoslovje: učenje o bioloških potrebah za preživetje v vesolju Inženirstvo: načrtovanje prostorov za vesoljsko postajo za bivanje, rekreacijo, odstranjevanje odpadkov ter oskrbo z zrakom, vodo in hrano. Umetnost: skiciranje vesoljske postaje in predstavitev rezultatov Matematika: izračun velikosti prostora, potrebnega za zagotavljanje vseh osnovnih potreb.
Trajanje	200’
Viri/ pripomočki	Računalnik, računalo, risalne potrebščine

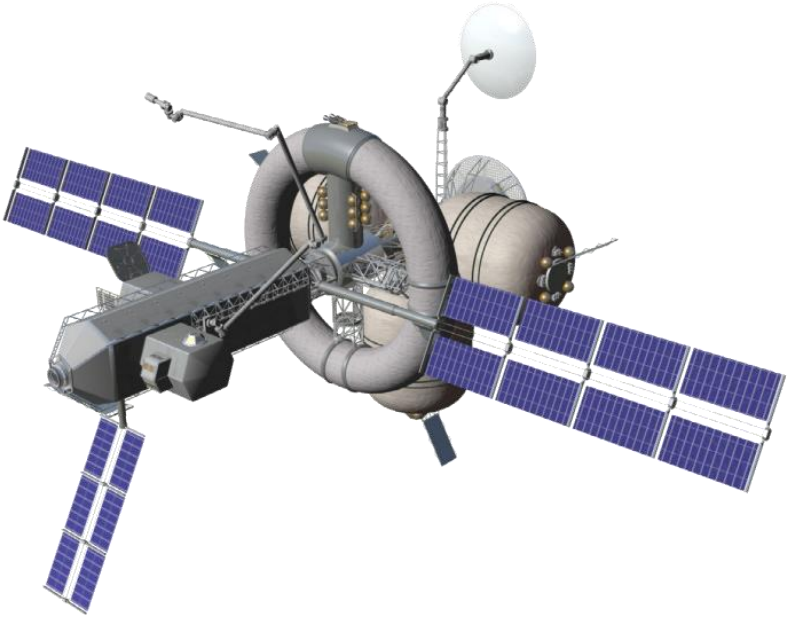
Risba na naslovnici prikazuje Center Noordung - Center vesoljskih tehnologij Hermana Potočnika Noordunga v Vitanjah v Sloveniji. Obliko je navdihnil načrt geostacionarne vesoljske postaje Hermana Potočnika iz leta 1928.

Noordungova zamisel vesoljske postaje je temeljila na vrtečem se kolesu, katerega vrtenje bi ustvarilo umetno težnostno polje s posledičnim pospeškom 9.81 m/s² za vsa mesta na obodu krožnice. Kolo je v premeru merilo 30 m.



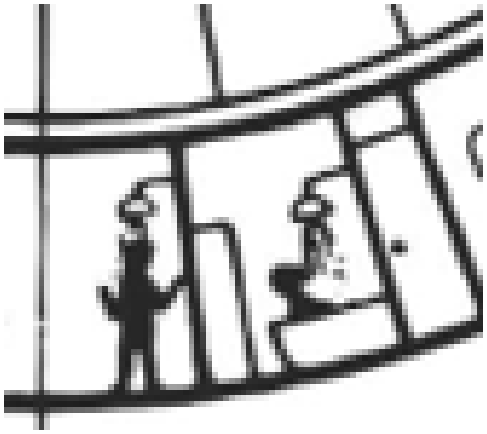
70 let kasneje so v vesolje izstrelili prvi modul mednarodne vesoljske postaje ISS. Odtlej postaja ISS čedalje večja in kompleksnejša. Trenutno na njej stalno bivajo vsaj po trije astronavti. ISS meri 72.8 m v dolžino ter 105 m v širino, visoka je 20 m in tehta 420 ton. Skupna življenjska površina je 931,5 m³ in vsebuje 6 spalnih modulov, vendar na njej astronavti živijo v brezteže nostnem stanju.

Leta 2011 je NASA predstavila načrt za Nautilus-X, vesoljsko postajo v obliki vrtečega se kolesa. Ta postaja bi služila za vmesne pristanke pri dolgoročnih misijah na Luno ali Mars.



Mi pa vzemimo Noordungovo zamisel kot vir navdiha za izdelavo našega lastnega bivališča v vesolju. Noge bomo imeli na zunanjem obodu obroča oziroma kolesa, glavo pa na notranjem.

.



Naloga 1

Poenostavimo vse skupaj in izberimo vrtečo se valjasto cev z zunanjim premerom 30 m in notranjim 25 m. Na ta način dobimo višino stropa 2.50 m. Za višino valja izberemo 2 m.

Koliko prostora imamo na razpolago za načrtovanje bivalnih in delovnih prostorov?

Prostornina = $(\pi * 15^2 * 2 - \pi * 12.5^2 * 2)m^3 = 432\ m^3$

Ali lahko opišeš, kakšen se nam bo zdel ta prostor? Kakšna so tla, stene in stropi?

Da bi bolje razumeli, kako so prostori videti, napravimo nekaj izračunov.

Obod krožnice z zunanjim premerom = 94.25 m

Obod krožnice z notranjim premerom = 78.54 m

Predpostavimo, da ustvarimo prostore s središčnim kotom 10°.

Izračunaj dolžino tal: 2.62 m

Izračunaj dolžino stropa: 2.18 m

Izračunaj prostornino prostora: $12m^3$

Naredi enako za prostore s središčnimi koti, navedenimi v tabeli.

kot (°)	Dolžina tal (m)	Dolžina stropa (m)	Prostornina prostora (m^3)
10°			
15°			
20°			
25°			
30°			
35°			
40°			
45°			

Naloga 2

Zdaj bo vsak od nas prispeval svoje pri oblikovanju našega vesoljskega bivališča za 6 ljudi, ki bodo v vesolju 6 mesecev. Razdelimo dijake na skupine, ki jih bodo sestavljali strokovnjaki za različne vidike življenja v vesolju.

Vsaka ekipa mora razmišljati o težavah in rešitvah zanje.

Vsaka ekipa mora tudi razmisliti, kako vgraditi potrebno opremo v vesoljsko bivališče in koliko prostora bo potrebovala zase in za svoje delovanje.

Skupina 1

Ekipa za bivališče izdela načrt za “domovanje” za 6 ljudi.

Skupina 2

Ekipa za zdravje, kondicijo in rekreacijo prouči načine, na katere se lahko astronavti v vesolju sproščajo ter ustvari prostor za rekreacijo.

Skupina 3

Ekipa za osnovne prehranske potrebe razmišlja o vrsti hrane, ki bo potrebna, ter načinu, na katerega jo bodo pridobivali. 6 ljudi mora v vesolju preživeti 6 mesecev. Vaše prvo vprašanje bo, koliko hrane potrebuje človeško bitje.

Skupina 4

Ekipa za osnovne potrebe po kisiku prouči, kako proizvajati kisik in ga skladiščiti tako, da bo 6 ljudi lahko preživelo 6 mesecev. Prvo vprašanje bo, koliko kisika potrebuje človeško bitje.

Skupina 5

Ekipa za osnovne potrebe po vodi razmišlja, kako se oskrbeti z vodo in jo skladiščiti, ali celo proizvesti dovolj pitne vode za 6 ljudi, ki morajo preživeti 6 mesecev. Vaše prvo vprašanje torej bo, koliko vode potrebuje človeško bitje.

Skupina 6

Ekipa za odpadke proučuje količino odpadkov, ki jih proizvede 6 ljudi, ko živijo v vesolju, in ugotavlja, kaj narediti s temi odpadki.

Vse skupine

Vsaka ekipa zapiše, kakšno opremo bo morala vgraditi in koliko prostora bo potrebovala za to. NASA oziroma Biosphere 2 imata o tem zanimive podatke na svojih spletnih straneh. Morda pa boste našli zanimive informacije tudi kje drugje. Navedite, katere spletne strani ste uporabili.

Naloga 3

Zdaj je čas za sestanek. Vse skupine na kratko predstavijo svoje zamisli. Upoštevajte dimenzije našega Noordungovega bivališča v vesolju in se skušajte zediniti o tem, koliko prostora potrebuje vsaka ekipa, da uresniči svoje zamisli.

Celoten prostor, ki je na razpolago, meri m³.

Ekipa	Razpoložljivi prostor
Ekipa za bivališče	
Ekipa za zdravje, kondicijo in rekreacijo	
Ekipa za osnovne prehranske potrebe	
Ekipa za osnovne potrebe po kisiku	
Ekipa za osnovne potrebe po vodi	
Ekipa za odpadke	

Naloga 4

Ko se boste dogovorili, koliko prostora dobi vsaka skupina, bodo posamezne ekipe načrtovale, opremile in narisale te prostore bolj podrobno in v barvah. Navsezadnje bodo morali astronavti tu bivati 6 mesecev. Potrudite se, da se bodo počutili zadovoljni in sproščeni v svojem novem "domovanju".

Bodite ustvarjalni in predstavite svoje končne rezultate pred razredom.