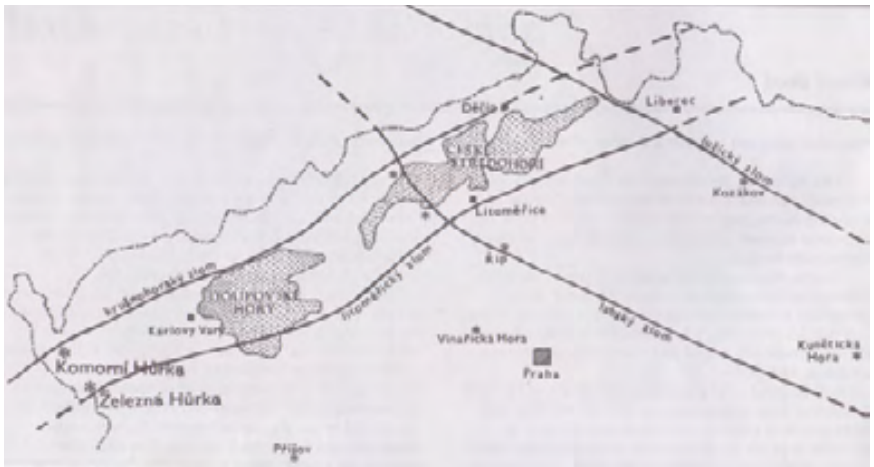
nastanka, dokončno utihnila. Začelo se je povsem novo, plodnejše obdobje razvoja geologije, vede o pretekli in današnji geološki podobi Zemlje. Goethejeva zasluga v tem primeru je, da je predlagal metodo neposrednega opazovanja, ki edina daje pravi odgovor. Zato je ob vznožju griča, poleg vhoda v rudniški rov, upodobljena Goethejeva glava z napisom: Goetheju, raziskovalcu griča Komorni Hurka, 1808-1822.

Danes vemo, da je bila vulkanska dejavnost na tem ožjem območju živahna od začetka pleistocena pa morda vse do njegovega konca, na celotnem območju obsežnega tektonskega jarka Ohře pa že od oligocena dalje. Vulkanska so hribovja Doupovske hory tik poleg Karlovyh Varov ter Češke Sredohory med Dečinom in Litoměřicami. Izbruh Komorni Hurke in podobnega bližnjega vulkana (-čka) Železna Hurka, nekaj kilometrov stran, je bil eden zadnjih. Na podlagi radiometričnih meritev domnevajo, da se je zgodil pred 100.000 leti ali pa celo pred samo 10.000 leti. Izbruh naj bi bil zelo kratkotrajen, strombolskega tipa, torej eksploziven, pri čemer bi se na koncu iz vulkanskega dimnika izlila bazaltna lava. Posebej zanimivo je, da v vulkanskem gradivu niso našli nobenih krioturbatnih pojavov (sortiranje gradiva zaradi zmrzali), kar govori za zgodnjeholocenski nastanek. Pri pregledu neposredne okolice so našli vulkanski pepel samo vzhodno od hurke, kar prepričljivo govori o prevladujočem zahodniku tistega časa. Na portalu *YouTube* najdemo objavljeno celo simulacijo delovanja vulkana Komorni Hurka. In nenazadnje, v ljudskih legendah tega kraja se omenjajo skrivnostni pojavi na tem griču, kar je znamenje, da se je morda »kadilo« iz njega še v zgodovinskem, ali vsaj prazgodovinskem času.

Namesto zaključka

Ko beremo različne sestavke o pomenu in načinu raziskovanja vulkana Komorni Hurka, povsod naletimo na ime J. W. Goetheja. Ni bil genialen samo na literarnem področju, ampak je s svojim raziskovalnim navdihom, ustvarjalnostjo, vztrajnostjo, neskončnim zanimanjem za vse, kar ga je obdajalo, zlasti za naravo, in z izjemnim opazovalnim darom zapustil za seboj neprecenljivo dediščino ter s tem pokazal na razvojno pot naravoslovja v prihodnje. Luč, ki jo je prižgal J. W. Goethe, še vedno sveti!

Karta raztezanja paleogenskega tektonskega jarka Ohře na severozahodu Češke, v katerem je prišlo do vulkanskega delovanja kot tudi do pogrezanja in nastanka bogatih nahajališč lignita in kaolinita. K. Brož, Komorní Hůrka. Foto: *Jurij Kunaver.*



Literatura in viri:
Brož, K., 2003: Komorní Hůrka. Nationales Natur Denkmal. Az studio, s.r.o. Hostinné. 2. upravené vydání.
Faninger, E., 1994/95: Sodelovanje barona Žiga Zoisa in Valentina Vodnika na področju geoloških znanosti. Geologija, 37/38: 561–564.
Goethe, J. W., 2009: Schriften zur Naturwissenschaft. Auswahl. Herausgegeben von Michael Böhler. Stuttgart: Philipp Reclam jun.
Goethe, J. W., 2010: Faust. Der Tragödie, erster Teil. Stuttgart: Philipp Reclam jun.
Grah, D., 1972: Spremna beseda in opombe. V: J. W. Goethe: Werther. Ljubljana: Mladinska knjiga, 97-111.
Heine, H., 2011: Die Harzreise. Herausgegeben von Manfred Windfuhr. Stuttgart: Philipp Reclam jun..
Janko, A., 1999: Razmišljanje o Goethejevemu Faustu. V: J. W. Goethe: Faust. Izšlo ob 250-letnici pesnikovega rojstva. Maribor: Založba Obzorja, 5-46.
Wikipedia: Harz, Brocken, Johann Wolfgang von Goethe.
https://www.boehmen-franken.de/zusammen-leben-zusammen-arbeiten/ein-gespraech-mit-johann-wolfgang-von-goethe/.

Ionski raketni pogon

Tomaž Zwitter

Vroč plin, ki brizga iz klasičnega raketnega motorja, ostaja edina možnost za izstrelitev rakete v vesolje. Ko smo enkrat tam, pa lahko nadaljujemo varčneje. Omenili bomo sončno jadro, gravitacijsko fračo in ionski motor. Zadnja sta v operativni uporabi. Dotaknili se bomo tudi upravljanja satelitov in težav, ki jih lahko povzroči sistem *Starlink*.

Klasični raketni motor

Če vas pot zanese preko Atlantika, močno priporočam obisk Huntsvilla v Alabami, Houstona v Teksasu ali Kennedyjevega vesoljskega središča na Floridi. Tam si lahko ogledate modele *Saturna V* v polni velikosti, to je rakete, ki je pred pol stoletja ponesla astronavte na Luno. Izpušne šobe njenih motorjev so s 3,7-metrskim premerom res impresivne. Ko videnemu dodate še posnetke izstrelitve iz letos izdanega dokumentarnega filma *Apollo 11*, ostane le beseda osupljivo.

Za izstrelitev potrebujete velik motor, saj mora raketa nositi lastno težo. Pet motorjev *Saturna V* je s skupno silo 35,1 milijona newtonov komaj uspelo dvigniti 3.039-tonsko raketo z izstrelitvene ploščadi. Cilj izstrelitve pa ni le doseganje višine, ampak moramo že v 12 minutah doseči hitrost 7,9 kilometra na sekundo, ki je potrebna, da raketa lahko kroži okoli Zemlje in torej ne pade dol. To je energijsko precej potratnejše od pridobivanja višine. Pri spremembi hitrosti za 7,9 kilometra na sekundo in dvigu za 200 kilometrov je potrebna sprememba kinetične energije 16-krat večja od spremembe potencialne energije. Sedaj razumete, da so navpični poleti »do roba vesolja«, ki jih želijo ponuditi komercialni ponudniki, le bleda senca pravih poletov v vesolje. Tudi govorjenje o gradnji visokih stolpov, s katerih bi »spuščali« satelite, je neumnost, saj bi brez dovolj velike hitrosti satelit pač padel proti vznožju stolpa. Če dosežete dovolj veliko hitrost, pa zaradi razmeroma majhne spre-

membe potencialne energije stolpa niti ne potrebujete.
Problem doseganja hitrosti 7,9 kilometra na sekundo je, da je ta precej večja od hitrosti izpušnih plinov iz raketne šobe. Zadnje so pri klasičnem motorju posledica temperature 3.400 stopinj Celzija, ki jo v *Saturnu V* dosežemo ob spajanju visoko prečiščenega kerozina s tekočim kisikom. Kerozinski motorji dosegajo izpušne hitrosti 2,6 do 3,5 kilometra na sekundo, če namesto kerozina uporabimo vodik, pa do 4,5 kilometra na sekundo. V vsakem primeru je to precej manj od 7,9 kilometra na sekundo in je zato *Saturn V* v krožni tir nad Zemljo lahko dvignil le 140 ton. Preostanek do 3.040 ton startne mase je porabljeno gorivo in prazni rezervoarji ter motorji prve in druge raketne stopnje, ki so jih odvrgli med vzpenjanjem proti krožnemu tiru. Skoraj celotna masa rakete je torej gorivo, kar gotovo ni najbolje. Žal pri izstrelitvah z Zemlje ni druge možnosti. Morda je mogoče prihraniti nekaj denarja s ponovno uporabo posameznih raketnih stopenj, vendar bo treba ugotoviti, ali obraba posameznih sklopov, zlasti črpalk za gorivo, in s tem povezana varnostna tveganja to dopuščajo. V vsakem primeru pa je klasični raketni motor na vroč plin zaenkrat edini, ki lahko zagotovi dovolj velik potisk, da raketa ob startu nosi lastno težo in se tako odlepi od tal.

Varčni načini potovanja po Osončju

Ko enkrat krožimo okoli Zemlje, se nam nikamor ne mudi. Pospešujemo lahko tudi počasi. Ena od možnosti je, da razpnemo veliko in lahko sončno jadro. To seveda ne lovi vetra, ampak silo, ki jo jadru podeli sprememba gibalne količine odbite Sončeve svetlobe. Ob idealni odbojnosti bo pospešek zaradi odboja svetlobe izničil Sončev gravitacijski pospešek, če je masa plovila na kvadratni meter jadra enaka 1,5 grama. Cilj je torej izdelati jadra z maso blizu 1 grama na kvadratni meter. Ob gostoti aluminija to ustreza debelini 0,37 mikrona. Tako tanke filme sicer znamo izdelati, žal pa so prekrhki, da bi zdržali močno tresenje ob izstrelitvi, ki pravzaprav spominja na (upajmo, da) nadzorovano eksplozijo goriva skozi raketne šobe. Tako je očitno, da bi bilo ta jadra treba izdelovati v orbiti okoli Zemlje, kar se ponuja kot zamisel za tovarno v vesolju.
Pogon s sončnim jadrom je kot prva leta 2010 uporabila japonska sonda *IKAROS*, ki je z jadrom z debelino 7,5 mikrona v šestih mesecih spremenila hitrost za 100 metrov na sekundo. Sprememba hitrosti za tanjše jadro bi bila večja. S študenti smo poračunali, da bi se s plovilom, ki bi imelo maso 2 grama na kvadratni meter, lahko zavihteli mimo Sonca in nato odleteli iz Osončja s hitrostjo kar 70 kilometrov na sekundo. To je dovolj za hitra potovanja po Osončju, vendar prepočasi za pot do drugih zvezd.
Po Osončju lahko potujemo tudi s klasičnim raketnim motorjem. Za pot do Marsa plovilo najprej na hitro pospešimo v smer gibanja Zemlje okoli Sonca. Nato z ugasnjenim motorjem po eliptični tirnici okoli Sonca dosežemo razdaljo Marsove tirnice. Če smo pravilno načrtovali, bo Mars takrat tam in nam preostane le še nov vklop motorjev, ki bo zmanjšal razliko med hitrejšim kroženjem Marsa okoli Sonca in počasnejšim gibanjem sonde, nato pa utirjenje ali celo pristanek na Marsu. Tako varčno potovanje do Marsa po tako imenovanem Hoffmanovem tiru traja približno osem mesecev.
V bližini Marsa imamo še eno možnost. Ker je naša sonda počasnejša od Marsa, se planetu bližamo z določeno relativno hitrostjo. Ker smo sedaj pod gravitacijskim vplivom Marsa, nam zakon o ohranitvi energije pove, da se bomo po srečanju z Marsom z enako relativno hitrostjo od Marsa tudi oddaljevali. Vendar v drugi smeri. Torej se bo glede na Sonce naša hitrost lahko spremenila. Prejšnje zaostajanje za Marsom lahko obrnemo v prehitevanje, torej bomo lahko brez vklopa motorjev povečali hitrost potovanja. (Energijski račun sicer plača Mars, a zaradi velike mase se mu to ne pozna.) Zvijači, ki jo rutinsko uporabljamo za potovanja po Osončju, pravimo gravitacijska frača. Medplanetarne sonde do svojega cilja redko letijo naravnost, ampak se tudi po večkrat zavihtijo okoli planetov in tako zastonjkarsko pospešujejo. Taka zavita pot traja sicer dlje, vendar potrebuje manj goriva, kar je seveda pomembno, saj je treba to gorivo kot zelo drag tovor pripeljati z Zemlje.

Ionski motor

Nad raketnim motorjem kot načinom pogona se ne bi pritoževali, če bi le bila hitrost izpušnih plinov kaj večja. Kot smo omenili zgoraj, niti spajanje vodika in kisika ne omogoča izstopne hitrosti večje od 4,5 kilometra na sekundo, kar je občutno manj od denimo spremembe za 15,6 kilometra na sekundo, ki je potrebna za prehod z nizke krožne tirnice okoli Zemlje na eliptični tir proti Neptunu. Razmeroma nizke hitrosti izpuha ne omogočajo gospodarnega pospeševanja. Če plovilo izvrže stotinko svoje mase v obliki goriva, ki odleti s hitrostjo 4,5 kilometra na sekundo, se bo hitrost plovila spremenila le za stotinko od 4,5 kilometra na sekundo oziroma za 45 metrov na sekundo. Pri večjih izstopnih hitrostih bi bila tudi sprememba hitrosti plovila večja. Prav to naredimo z ionskim motorjem.
V klasičnem raketnem motorju hitro gibanje delcev plina v zgorevalni komori dosežemo z visoko temperaturo, ki je posledica eksplozivnega spajanja goriva in oksidanta. Ta proces ima svoje meje, saj se komora ne sme stopiti, pa tudi kemija nima na zalogi energijsko še izdatnejših eksotermnih reakcij. V ionskem motorju hitrega gibanja delcev plina ne dosežemo z gretjem, ampak s pospeševanjem v električnem polju.
Najpogosteje uporabljeni ionski motor temelji na elektrostatičnem pospeševanju ionov v električnem polju. Uporabimo žlahtni plin z razmeroma velikim masnim številom. Tak plin je ksenon, ki ima v jedru 131 delcev. Ksenonove atome z bombardiranjem z elektroni najprej spremenimo v pozitivno nabite ione. Vir teh elektronov je lahko vroča katoda ali pa jih pospešimo z nihajočim električnim poljem. Pozitivno nabite ksenonove ione sedaj pospešimo z visoko napetostno razliko v smeri negativno nabite mreže. Pri napetostni razliki 1200 voltov se ksenonovi ioni pospešijo do hitrosti 42 kilometrov na sekundo, kar je mnogo več od hitrosti v klasičnem raketnem motorju. Seveda poskrbimo, da se ioni ne zadenejo v mrežo, ampak skozi reže odletijo v vesolje. Treba je tudi paziti, da ne bi brizgali le pozitivno nabitih ionov, saj bi sicer plovilo postalo negativno nabito in bi se ksenonov oblak pozitivnih ionov vrnil nazaj in izničil pospeševanje. Zato ob pozitivnih ionih v izpuh preko primerne osti spuščamo tudi negativno nabite elektrone. Tako izpuh in plovilo ostaneta električno nevtralna.
Ionski motor torej omogoča izjemno visoke hitrosti izpuha in s tem gospodarno pospeševanje. Žal pa ima tudi omejitve. Gostota pozitivno nabitih ionov mora biti omejena, saj se sicer preveč odbijajo med seboj, obenem pa tudi poškodujejo mrežo, ki jo uporabljamo za pospeševanje. Pri omenjeni hitrosti 42 kilometrov na sekundo zato masni tok ksenona navadno ni večji od 17 gramov na uro. Tako majhen tok goriva seveda pomeni, da je majhna tudi potisna sila, ki v našem primeru znaša le 0,2 newtona. Ionski motorji torej niso in ne bodo uporabni za izstrelitev z Zemlje. Tak motor bi lahko podpiral le težo miške, seveda pa sam tehta mnogo več kot miš. Drugače pa je v vesolju. Omenjena potisna sila v enem letu spremeni hitrost plovila z maso ene tone za 6,2 kilometra na sekundo in za to porabi 150 kilogramov goriva. Lep primer modrosti, da se vztrajnost obrestuje. Pospeševanje ionov troši tudi energijo. Za zgornji primer moramo ob 70-odstotnem izkoristku zagotoviti moč 6 kilovatov. Take električne moči lahko v okolici Zemlje dobimo s sončnimi celicami, dlje od Sonca pa s termoelektričnimi generatorji, ki jih greje razpad radioaktivnih izotopov.

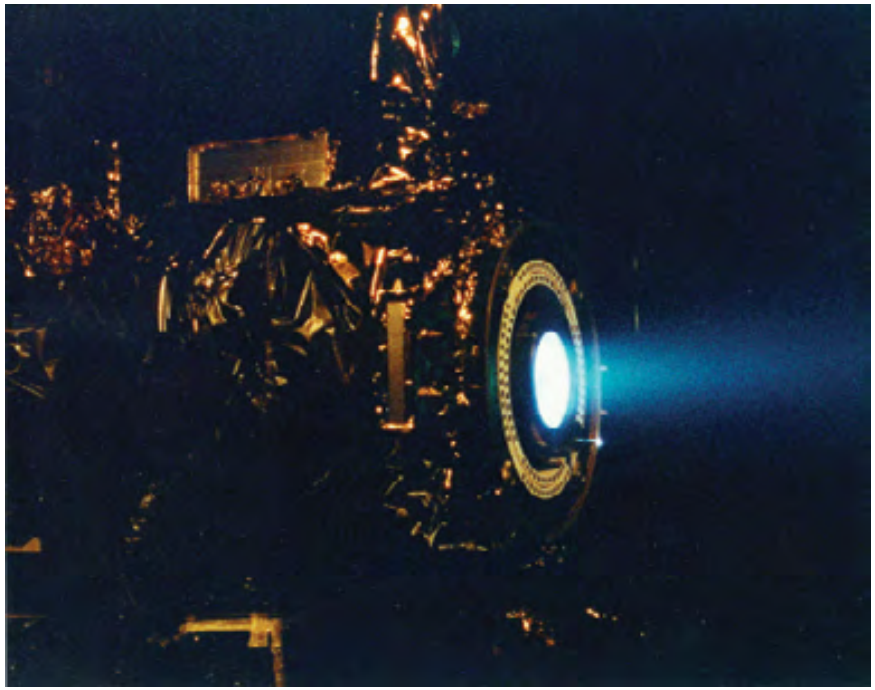
Ionski pogon so doslej že večkrat uporabili za medplanetarne polete. Sonda *Deep Space 1* je dosegla spremembo hitrosti za 4,3 kilometra na sekundo in za to porabila manj kot 74 kilogramov ksenona. Rekorder je sonda *Dawn*, ki je z ionskim motorjem hitrost spremenila kar za 11,5 kilometra na sekundo. V fazi testiranja so še precej zmogljivejši ionski motorji s potisnimi silami do 5 newtonov in močmi, ki dosegajo 100 kilovatov. Poleg opisanega obstajajo tudi sorodni motorji. Namesto elektrostatičnega pospeševanja uporabljajo elektromagnetno pospeševanje in jih je pravilneje imenovati plazemski pogoni. V Sovjetski zvezi in kasneje v Rusiji so za manevriranje plovil rutinsko uporabljali Hallove pogone, ki so podvrsta plazemskih. Končno je tu še mnogo izpeljank, ki se razlikujejo po načinu ustvarjanja ionov in po načinu električnega oziroma elektromagnetnega pospeševanja, skupna pa je njihova nepreizkušenost v realnih razmerah.



Model meteorološkega satelita Meteor, s katerim je leta 1971 Sovjetska zveza demonstrirala uporabnost Hallovega ionskega pogona. Z ionskim motorjem, ki ga je razvil Aleksej Morozov, so 2-tonskemu satelitu v dveh tednih zvišali višino tirnice za 15 kilometrov, kar je omogočilo dolgoročno delovanje tega satelita. Kasneje sta Sovjetska zveza in Rusija na različnih satelitih uporabili podoben motor še približno 200-krat. Foto: MediaCommons.

Upravljanje satelitov in grožnje satelitskega sistema Starlink

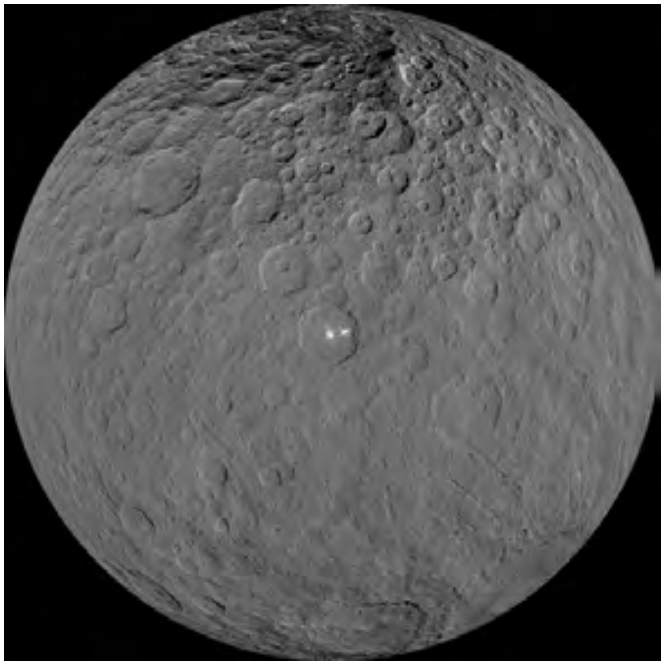
Upravljanje satelitov pogosto zahteva manjše posege, za katere ni treba uporabiti opisanih vrst raketnih motorjev. Za obračanje satelita v želeno smer običajno uporabljamo inercialna kolesa. To so hitro vrteči se vztrajniki, ki jim lahko zasukamo os vrtenja, satelit pa se ob tem zasuka v obratno smer. Kadar je potrebna visoka natančnost, primer je satelit *Gaia* Evropske vesoljske agencije, pri katerem sodelujemo, lahko za obračanje satelita uporabimo tudi hladne ionske pogone, kjer iz šob izpuščamo majhne količine hladnega plina. Tak pogon je uporaben tudi za majhne popravke tirnice, ki so navadno potrebne po nikoli povsem predvidljivi spremembi hitrosti, ki jo dosežemo z uporabo klasičnih raketnih motorjev. Seveda taki pogoni trošijo gorivo in ko ga zmanjka, se konča tudi marsikatera vesoljska misija. Pri misiji *Gaia* nam bo tako zmanjkalo goriva proti koncu leta 2024.



Nasina misija Dawn je prvo plovilo, ki se je uspelo utiriti v tirnico okoli pritlikavega planeta, najprej je bila to Vesta, nato pa še Ceres. Do konca misije novembra lani je njen ionski pogon deloval skupaj 5,9 leta in dosegel skupno spremembo hitrosti kar 11,5 kilometrov na sekundo. Na sliki je eden od treh Dawnovih ionskih motorjev med testom v Jet Propulsion Labu. Foto: NASA.

Nadzorovani konec delovanja je pomemben predvsem pri satelitih, ki krožijo v bližini Zemlje. Mednarodno sprejeto, vendar pogosto slabo spoštovano pravilo je, da satelit pred koncem delovanja usmerimo v Zemljino ozračje, kjer razpade in zgori. Blodeči satelit brez aktivnega nadzora je namreč grožnja za trk z drugimi sateliti. In pri takem trku z medsebojno hitrostjo več kilometrov na sekundo nastane na desettisoče razbitin, te pa predstavljajo grožnjo za nove trke. Resno se je bati verižne reakcije, kjer bi zaradi zablodelih vesoljskih smeti postalo izstreljevanje novih satelitov nemogoče.

Žal se je človeštvo maja letos s prvimi izstrelitvami družine satelitov *Starlink* začelo nevarno bližati taki katastrofi. Podjetnik Elon Musk se je ob odobritvi ameriške agencije za komunikacije in brez posvetovanja z mednarodno skupnostjo lotil izstreljevanja tega satelitskega sistema, ki naj bi omogočil boljše internetne povezave na Zemlji. Tu ne bomo govorili o tehničnih vprašanjih, kako bo vaš mobitel lahko učinkovito izmenjeval podatke s satelitom na razdalji več sto kilometrov. Zanima nas delovanje teh satelitov, ki za upravljanje tudi uporabljajo ionski pogon in jih zato omenjamo v tem prispevku. Trenutno je v vesolju vsega skupaj kakih 4.900 satelitov, od tega jih 1.900 deluje in le 500 od teh je v tirnicah v bližini Zemlje. Sistem *Starlink* naj



Slika pritlikavega planeta Ceres v visoki ločljivosti, ki jo je posnela misija Dawn z višine 385 kilometrov. Posamezna točka ustreza velikosti 140 metrov. V sredini slike je udarni krater Occator. Svetli pegi na njegovem dnu sta usedlini natrijevega karbonata, ki sta morali nastati s hidrotermalno dejavnostjo. Foto: NASA.

bi v naslednjih nekaj letih v nizke tirnice postavil kar 12 tisoč satelitov. Tako zasebno prisvajanje vesolja ima vsaj tri hude posledice: kot prvo so to razmeroma veliki sateliti z maso nekaj sto kilogramov, ki so po prvih izkušnjah vidni s prostimi očmi. To pomeni resno motnjo pri opazovanju nočnega neba, danosti, ki je tisočletja predstavljala vir užitka in zvedavosti mnogih generacij. Kot primer, v dvostopinjskem polju 4-metrskega teleskopa v Avstraliji, ki ga rutinsko uporabljamo v okviru raziskovalnega projekta *Galah*, bo v vsakem trenutku po en od 12 tisoč satelitov. Ker naše osvetlitve trajajo eno uro, se bo na vsakem posnetku nabralo kakih 130 satelitskih sledi. Druga posledica je, da se bodo ti povsod prisotni sateliti z močnimi radijskimi oddajniki sporazumevali z uporabniki na Zemlji. To bo zelo verjetno pomenilo oviro za opazovanje vesolja z radijskimi teleskopi. Če se bodo ponovile slabe izkušnje s sateliti *Iridium*, torej v prihodnosti ne bo slik črnih lukenj in podobnih odmevnih dosežkov. In na koncu me resno skrbi, kaj bo s sateliti, ki se bodo pokvarili. Podjetje Elona Muska je sicer zagotovilo, da naj bi jih vsaj 90 odstotkov uničili s potopitvijo v Zemljino ozračje, a vprašanje ostaja, kaj bo s tisoči neuničenih in kaj se bo zgodilo, če podjetje svoje obveze ne bo izpolnilo. Bomo poročali o dnevnih trkih satelitskega drobirja?

Z raketo do zvezd?

Z nobenim od opisanih pogonov ne moremo potovati do planetov okoli drugih zvezd. Tudi če bi izumili nove vrste motorjev, preprosto nimamo dovolj energije. Kot primer vzemimo, da potujemo do Soncu najbližje zvezde Proksime Kentavra, ki je oddaljena 4,2 leta potovanja svetlobe. Do tja in nazaj bi želeli priti v trajanju enega človeškega življenja, recimo v 84 letih. Zahtevane desetine svetlobne hitrosti, torej 30 tisoč kilometrov v sekundi, seveda ne znamo doseči z nobenim od omenjenih motorjev. A bodimo optimisti, predpostavimo, da imamo motor, ki to zmore in ki ima stoodstotni izkoristek. Srednješolska fizika pove, da za pospešitev vsake tone na desetino hitrosti svetlobe potrebujemo kinetično energijo 4,5 10^{17} joula. Toliko energije človeštvo v obliki fosilnih goriv ter (v manjši meri) obnovljivih virov in jedrske energije potroši v 10 urah. Seveda bi za 84-letno pot do Proksime želeli ladjo z maso mnogo večjo od ene tone. Govorimo o energiji, ki jo človeštvo potroši v desetletjih ali stoletjih. Vidimo, da ne bo šlo, pa čeprav smo spregledali, da bi morali ob Proksimi še zavreti in nato pospešiti nazaj proti domu. Torej se splača na naš zemeljski dom paziti in grožnje podnebne krize vzeti resno.

Cerkniško jezero, raj za rastline dvoživke

Anja Kos, Mojca Krapež, Alenka Gaberščik

Cerkniško jezero je ekosistem tisočerih obrazov, ki so posledica presihajočega vodnega režima. Podobo jezera pomembno zaznamujejo tudi rastlinske vrste, katerih pogostost in prisotnost sta odvisni od obsega in trajanja poplav ter trenutnega vodostaja v jezeru. Številne vodne in močvirske vrste imajo amfibijski značaj, ki jim omogoča preživetje v vodi in na kopnem. V prispevku predstavljamo rastlinske vrste in raznolikost njihovih oblik v strugi Stržena.

Značilnosti Cerkniškega jezera

Cerkniško jezero je presihajoče jezero, ki se nahaja na Cerkniškem polju in je del povodja reke Ljubljanice. Kamninsko podlago območja tvorita dolomit in apnenec, ki ustvarjata ugodne razmere za razvoj kraških pojavov. Približno osemdeset odstotkov vode pride na Cerkniško polje s kraškimi pritoki ter skozi bruhalnike in estavele, le petnajst odstotkov pa je priteče po površini. Edini površinski pritok je reka Cerkniščica. Po polju vijuga reka Stržen, ki ob obilici vode prestopi bregove in ustvari jezero. Zato tudi rečemo, da je Cerkniško polje poplavna ravnica reke Stržen. Hitrost nastajanja jezera je odvisna od količine padavin v povodju. Valvazor piše, da so kmetje, ki so na območju jezera



Slika 1: Pogled na poplavljeno Cerkniško jezero. Foto: Domen Kocjan.